

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ KYBERNETIKY

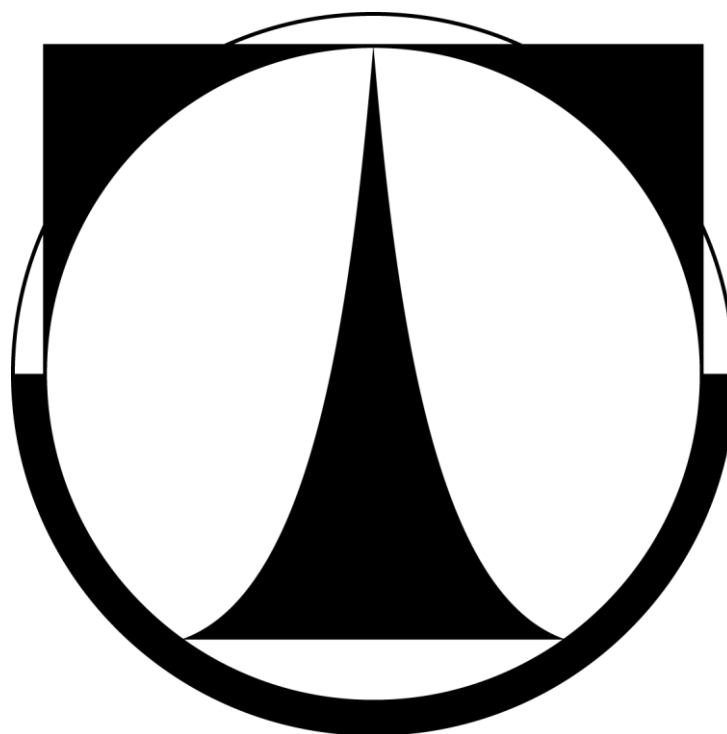
## FOTOGRAFICKÝ ZÁLOŽNÍ SYSTÉM PRO ČASOMÍRU HORSKÝCH KOL

DIPLOMOVÁ PRÁCE

AUTOR PRÁCE: Andrii Shynkarenko

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jan Kolaja, Ph.D.

Liberec 2014



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF APPLIED CYBERNETICS

## PHOTOGRAPHIC BACKUP SYSTEM FOR MOUNTAIN BIKE TIMING

MASTER'S THESIS

AUTHOR: Andrii Shynkarenko  
SUPERVISOR: Ing. Jan Kolaja, Ph.D.

Liberec 2014



# ANOTACE

Obsahem této práce je návrh a realizace fotografického záložního systému pro potřeby časomíry horských kol. Systém vyhodnotí přítomnost závodníka v prostoru cílové brány a vyfotí jej. Zhotovenou fotografií ve vhodném formátu systém uloží na záložní server a zároveň zaznamená čas průjezdu cyklisty.

V práci je podrobně popsán postup vývoje celého systému a následně výroby funkčního prototypu. Práce popisuje možné způsoby detekce závodníků a výběr optimálního řešení na základě testování. Dále je podrobně popsán proces výroby desky plošných spojů a výběr doplňkových dílů pro řízení a konfiguraci systému. Také je popsán vývoj jednoduchého webového serveru pro vizualizaci uložených dat. V další části práce je uveden popis přístroje, návod k obsluze a posloupnost činností při použití zařízení.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Časomíry horských kol, ultrazvukový senzor, web server, mikroprocesor, Arduino, vestavěný systém.

## ANNOTATION

The subject of this thesis is design and assembly of a timing backup system which makes photos of racers passing the finish line while a mountain bike race. The system detects object in the finish line area and shoot it. The taken picture and it's time are saved to the backup server.

Both development process of the system as well as it's production are fully described in this work. First of all possible ways of detecting objects were proposed and then the optimal solution was selected based on test's results. Then the manufacturing process of a printed circuit board is described as well as the selection of additional components for the system's control and configuration. The work also contains the development of a mini web server for the visualization of data results. The last part of the work consists of the description of the device, operating instructions and the sequence of operations while using the device.

## KEY WORDS

Sport timing, ultrasonic sensor, web server, Arduino, microprocessor, embedded system.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Janu Kolajovi, Ph.D. za jeho cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Michalovi Moučkovi, Ph.D. za vstřícnost a pomoc při získání potřebných informací a podkladů.

## PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména §60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat náhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce.

V Liberci dne \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Andrii Shynkarenko

# OBSAH

<b>Seznam obrázků</b>	9
<b>Seznam tabulek</b>	11
<b>Seznam zkratk a použitých symbolů</b>	12
 <b>Úvod</b>	 13
 <b>1. Teoretická část</b>	 14
1.1. Výběr vhodného snímače	14
1.1.1. Metoda detekce objektu pomocí laseru	15
1.1.2. Metoda detekce objektu pomocí infračerveného záření	17
1.1.3. Metoda detekce objektu pomocí ultrazvukového snímače	21
1.2. Fotografické snímání	27
1.2.1. Dálkové ovládání fotoaparátu	27
1.2.2. Nastavení fotoaparátu	27
1.3. Tranzistory	29
1.4. Webové rozhraní	31
1.4.1. Server	32
1.4.2. Web server	33
1.4.3. HTML	33
1.5. SPI a I2C	34
1.6. Vestavěný systém	36
1.6.1. Mikroprocesor	36
1.6.2. Jednočipový mikropočítač	36
1.6.3. Mikrokontrolér	36
 <b>2. Hardwarové řešení</b>	 38
2.1. Návrh desky plošných spojů	39
2.1.1. Výběr vhodného mikropočítače	39
2.1.2. Komunikace mezi dvěma subsystémy	40
2.1.3. Zvolený způsob detekce přítomnosti závodníka	41
2.1.4. Řízení fotoaparátu	43
2.1.5. LCD Display	46
2.1.6. Hodiny reálného času	48
2.1.7. Realizace Web Serveru a systému zálohování dat	49

2.1.8. Výběr zdroje napájení.....	51
2.1.9. Izolace vodičů a uzemnění.....	53
2.2. Výroba desky plošných spojů.....	55
2.2.1. Příprava k výrobě desky plošných spojů.....	55
2.2.2. Deska plošných spojů.....	57
2.3. Návrh konstrukce vestavené systémy.....	59
<b>3. Softwarová část řešení .....</b>	<b>63</b>
3.1. Arduino .....	64
3.2. Programování .....	64
3.2.1. Zpracování analogového signálu .....	65
3.2.2. Ovládání fotoaparát.....	66
3.2.3. Displej .....	67
3.2.4. Hodiny Reálného Času.....	68
3.2.5. Zálohování dat .....	70
3.2.6. Webový server .....	71
3.2.7. HTML webová stránka.....	72
3.2.8. Program pro záložní server .....	74
<b>4. Popis přístroje a návod k obsluze.....</b>	<b>75</b>
4.1. Popis porty a ovládací prvky .....	75
4.2. Navigace v menu .....	77
4.3. Výměna baterií a přístup do miniSD paměťové karty.....	78
4.4. Posloupnost činností při použití zařízení.....	78
<b>Závěr .....</b>	<b>79</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>80</b>
<b>Seznam příloh .....</b>	<b>82</b>



# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1.	Cílová čára .....	14
1.2.	Laserový modul .....	15
1.3.	Fotorezistor.....	15
1.4.	Detekce pomoci laserové čáry.....	16
1.5.	PIR čidlo.....	17
1.6.	Změna impulsu při pohybu člověka .....	18
1.7.	Fresnelova čočka.....	19
1.8.	Fresnelova čočka. Oblast detekce čidla .....	19
1.9.	Oblast detekce čidla po modifikace .....	20
1.10.	Detekce pomoci infračerveného světla.....	20
1.11.	LV-MaxSonar-EZ1.....	23
1.12.	PING Ultrasonic Distance Sensor.....	23
1.13.	Devantech SRF08 Range Finder .....	23
1.14.	Dosah senzoru „LV-MaxSonar-EZ1”.....	24
1.15.	3D pokrytí senzoru „LV-MaxSonar-EZ1” .....	25
1.16.	Schéma metody detekce objektu pomoci ultrazvukového snímače.....	25
1.17.	Rozhraní pro dálkové ovládání fotoaparátů .....	27
1.18.	NPN a PNP tranzistory.....	29
1.19.	Tranzistor, znázorněný ve tvaru spojených diod .....	29
1.20.	Elektrická schémata N-P-N a P-N-P tranzistorů.....	30
1.21.	Ukázka pracovního softwaru časomíry Sportchallenge .....	31
1.22.	Síťová architektura klient-server.....	32
1.23.	Zapojení uzlů na sběrnici SPI.....	34
1.24.	Zapojení uzlů na sběrnici I2C.....	35
1.25.	Zjednodušené blokové schéma mikrokontroléru.....	37
2.1.	Blokové schéma systému.....	39
2.2.	Mikroprocesor ATmega328.....	40
2.3.	Propojení subsystémů .....	40
2.4.	Schéma zapojení modulu LV-MaxSonar-EZ1 .....	42
2.5.	2,5 mm Jack konektor.....	43
2.6.	Popis 2,5 mm Jack konektoru.....	43
2.7.	Tlačítko fotoaparátů Sony W80 .....	44
2.8.	Vnější rozhraní fotoaparátu Sony W80 po modifikaci .....	45
2.9.	Špatné nastavení fotoaparátů.....	46
2.10.	Správné nastavení fotoaparátů .....	46
2.11.	LCD displejový modul od firmy „DiStar”.....	46
2.12.	Změna kontrastu displeje .....	47

2.13.	DS1307 Serial Real Time Clock.....	48
2.14.	Schéma zapojení čipu DS1307 Serial Real Time Clock.....	49
2.15.	Čip W5100 .....	49
2.16.	Arduino Ethernet Shield.....	50
2.17.	Stabilizátor napětí LM7805 .....	51
2.18.	Schéma zapojení stabilizátoru napětí LM7805 .....	52
2.19.	Schéma zapojení stabilizátoru napětí AMS1117 .....	52
2.20.	RFID-tag Alien Squiggle .....	53
2.21.	Signál z ultrazvukového senzoru bez ovlivnění RFID (1) .....	54
2.22.	Signál z ultrazvukového senzoru bez ovlivnění RFID (2) .....	54
2.23.	Signál z ultrazvukového senzoru z ovlivnění RFID .....	54
2.24.	Schéma elektrického obvodu .....	56
2.25.	Rozmístění součástek a rozvod vodičů na desce plošných spojů.....	57
2.26.	Horní část vyrobené desky .....	57
2.27.	Horní část osazené desky.....	58
2.28.	Dolní část osazené desky.....	58
2.29.	Osazená deska.....	58
2.30.	3D model budoucího přístroje (1) .....	59
2.31.	3D model budoucího přístroje (2) .....	60
2.32.	3D model budoucího přístroje (3) .....	60
2.33.	3D model budoucího přístroje. Vnitřek .....	61
2.34.	Listy s notací pro nalepení na krabice.....	61
2.35.	Hotový výrobek (1) .....	62
2.36.	Hotový výrobek (2) .....	62
2.37.	Ultrazvukový senzor v pouzdře .....	62
3.1.	Oblast detekce omezena uživatelem.....	66
3.2.	Vizualizace systému.....	68
3.3.	Tabulka naměřených dat .....	73
3.4.	Rozhraní programu <i>Canon EOS Utility</i> .....	74
4.1.	Vnější podoba vyrobeného přístroje.....	75
4.2.	Vnější podoba vyrobeného přístroje. Zadní část .....	76
4.3.	Hlavní menu.....	77
4.4.	Menu nastavení senzoru 1 .....	77
4.5.	Menu nastavení zálohovacího systému.....	77
4.6.	Krabice bez ochranného předního krytu .....	77

# SEZNAM TABULEK

1.1. Laserový modul. Specifikace .....	15
1.2. Fotorezistor. Specifikace .....	16
1.3. Výhody a nevýhody metodu detekce objektu pomocí laseru .....	17
1.4. Výhody a nevýhody metody detekce objektu pomocí infračerveného světla .....	21
1.5. Rozsah použití ultrazvukových snímačů .....	21
1.6. Rozsah použití ultrazvukových snímačů .....	24
1.7. Výhody a nevýhody ultrazvukového snímače .....	26
2.1. Komunikace subsystémů.....	41
2.2. Popis vstupu/výstupů LV-MaxSonar-EZ1 .....	42
2.3. Popis vstupu \ výstupu LCD displejového modulu.....	47
2.4. Popis pinů čipu DS1307 Serial Real Time Clock .....	48
2.5. Spotřeba použité součástky .....	51
2.6. Seznam použitých součástek .....	55
2.7. Popis konektorů desky plošných spojů.....	58

# SEZNAM ZKRATEK A POUŽITÝCH SYMBOLŮ

RFID	– radio Frequency Identification, identifikace na rádiové frekvenci
PIR	– pasivní infračervený senzor
PWM	– pulzně šířková modulace
ISO	– citlivost ve fotografické technice
SMD	– (anglicky surface mount technology) je postup, kdy se vývody elektronických součástek pájí přímo na povrch plošného spoje
NPN	– bipolární tranzistor. Prostřední písmeno odpovídá <i>bázi</i>
PNP	– bipolární tranzistor. Prostřední písmeno odpovídá <i>bázi</i>
RTC	– hodiny reálného času
LCD	– anglicky: liquid crystal display. Je tenké a ploché zobrazovací zařízení skládající se z pixelů
USART	– synchronní/asynchronní sériové rozhraní
SPI	– sériové rozhraní
RISC	– architektura mikroprocesoru
I <sup>2</sup> C	– sériová sběrnice
IDE	– vývojové prostředí
PHP	– skriptovací programovací jazyk
MySQL	– databázový systém
HTTP	– internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML
HTML	– značkovací jazyk pro hypertext

# UVOD

Zadání diplomové práce vycházelo z potřeby časoměřičské skupiny SportChallenge, která se převážně zabývá časomírou závodů horských kol pomocí RFID technologie. Tato měření probíhají při různých, poměrně extrémních a nestandardních povětrnostních podmínkách, na různých površích v místech bez inženýrských sítí, někdy v místech s velmi stíženou dostupností.

Jedním z hlavních úkolů budoucího záložního systému je vyhodnocení přítomnosti závodníka v prostoru cílové brány a pořízení fotografického záznamu s časem pořízení. Tato data potom slouží jako podklady pro verifikaci výsledků naměřených pomocí RFID technologie.

Časomíra SportChallenge využívá RFID technologii s pasivními tagy v pásmu UHF. Každý závodník dostává své vlastní unikátní číslo se zakódovaným RFID čipem, čemuž také odpovídá vytisknuté číslo, uvedené na tabulce, která tvoří startovní číslo. Tento systém ale vykazuje některé nedostatky, zejména při mechanickém poškození čísla, při velké skupině závodníků v prostoru cílové brány nebo při rušení nějakým vnějším elektromagnetickým zařízením. Načtení RFID tagů je pak obtížné, nebo jsou tagy načteny v nesprávném pořadí, nebo dokonce nejsou načteny vůbec. Pro snadnější řešení problémů, vznikajících těmito nedokonalostmi, byl navržen záložní či náhradní systém pro zachycení průjezdu cyklistů cílovou čarou.

Při tvorbě nového systému je potřeba řešit několik úloh:

vyhodnotit přítomnost závodníka v prostoru cílové brány a vyfotit jej – k tomu je potřeba navrhnout možné způsoby detekce a vybrat optimální řešení na základě testování ekonomicky dostupných variant;

vymyslet realizaci uložení zhotovené fotografie a času ve vhodném formátu na záložní server;

realizovat záložní systém v součinnosti s RFID časomírou. Při realizaci zohlednit kompatibilitu se systémem časomíry Sportchallenge;

je žádoucí, aby ovládací aplikace byla navržena s ohledem na komfort uživatele a nekladla na něj dodatečné nároky.

Vývoj nového systému předpokládá rozdělení úkolů na několik částí: nastudování teoretických podkladů, hardwarová část a softwarová část.

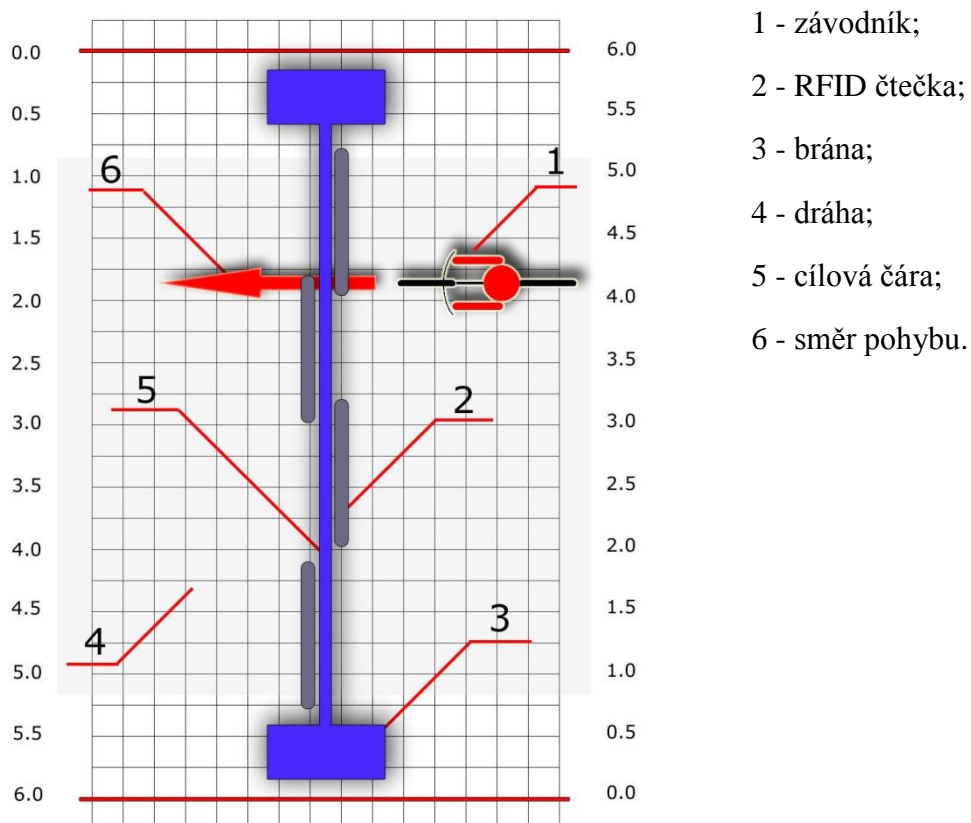
# 1 Teoretická část

## 1.1 Výběr vhodného snímače

Detekce objektu v cílovém prostoru musí probíhat bezkontaktním způsobem, aby neměla nepříznivý vliv na výsledek závodníka. Zjišťování se provádí v prostoru cílové brány. Systém může být realizován několika způsoby:

- 1) přerušením laserového paprsku na fotobuňce,
- 2) pomocí infračerveného čidla,
- 3) pomocí ultrazvukového snímače.

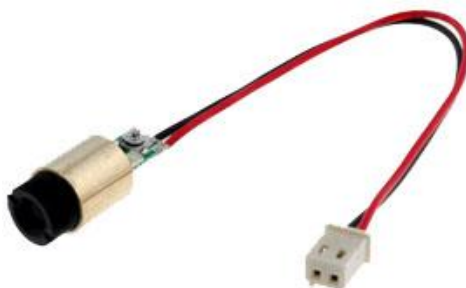
Podle zadání byly všechny uvedené varianty realizovány ve zjednodušené variantě a vyzkoušeny. Každý bod bude probrán podrobněji a zvlášť. Pro schematické znázornění budeme používat jednoduchý grafický vzor prostoru kolem cílové čáry (Obr. 1.1).



Obr. 1.1: Cílová čára

### 1.1.1 Metoda detekce objektu pomocí laseru

Prvním systémem, který byl sestaven a vyzkoušen byl systém využívající laserovou diodu jako zdroj světla a fotorezistor jako přijímač světla. Konkrétně byl pro testování použit laserový modul „HUEY JANN ELECTRONIC HLDPM10-650-1” (Obr. 1.2) [11].



Obr. 1.2: Laserový modul

Uvedený modul je kompaktní, velmi levný (ve srovnání s výkonnějšími jednotkami) a potřebuje jen 3V napájení.

Tab. 1.1: Laserový modul. Specifikace

Typ modulu	laserový
Délka vlny $\lambda_d$	650nm
Výkon	1mW
Napájecí napětí	3V DC
Barva	červená
Použití	bariéry, vizuální efekty, poplachové systémy, ukazovátka
Vnější rozměry	Ø10.5 x 25.3mm

Jako fotočlen byl použit fotorezistor „FR12/100K” (Obr. 1.3) [12].

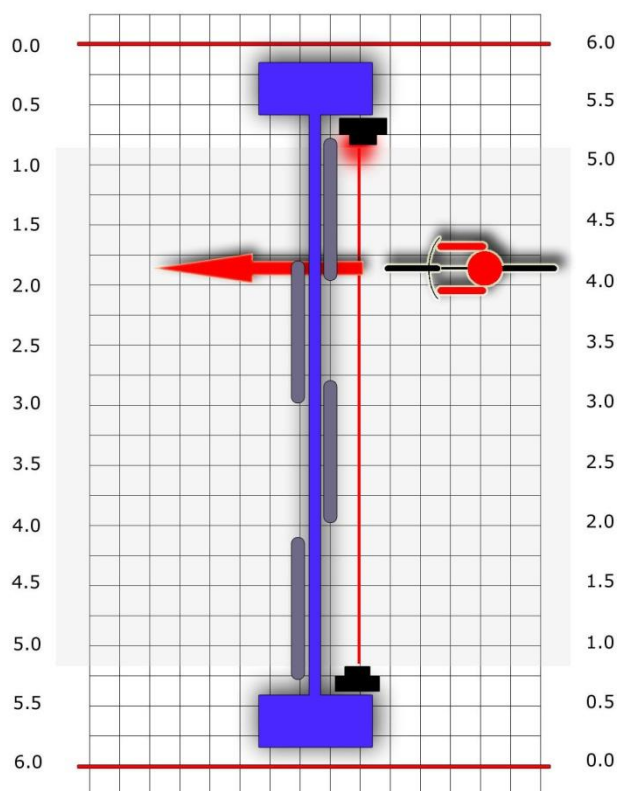


Obr. 1.3: Fotorezistor

Tab. 1.2: Fotorezistor. Specifikace

Typ fotopřijímače	fotorezistor
Výkon	175 mW
Odpor při 10 lx	18 k $\Omega$
Odpor při 0 lx	100 k $\Omega$
Montáž	THT
Pracovní teplota	-40...75°C

Fotorezistor je pasivní elektronická součástka, ve které se odpor snižuje se zvyšující se intenzitou dopadajícího světla. To znamená, že pokud je fotoodpor připojen ke vhodnému elektrickému napájecímu zdroji a je osvětlen laserem, napětí na této součástce se bude nacházet na určité úrovni (zpravidla se tato úroveň skoro rovná úrovni napájecího napětí). Při přerušení laserového paprsku dojde ke změně napětí na fotorezistoru. Při určitém umístění vysílače a přijímače pak bude dosaženo cíle: bude provedena bezkontaktní detekce závodníka v cílové zóně (Obr. 1.4).



Obr. 1.4: Detekce pomocí laserové čáry



Daný systém má své výhody a nevýhody (Tab. 1.3).

Tab. 1.3: Výhody a nevýhody metodu detekce objektu pomocí laseru

Výhody	Nevýhody
nízká cena prvku	teplotní závislost fotoodporu
značná citlivost fotorezistoru	vzdálenost mezi vysílačem a přijemcem je max. 6 metrů
	paprsek vysílaný z laserového modulu může být škodlivý
	při špatném počasí (déšť, sníh nebo kroupy) se paprsek může lámat na cestě k cíli (fotorezistoru)

Z hlediska bezpečnosti - paprsek vysílaný z laserového modulu je viditelný a může být škodlivý pro lidské oko. Je třeba vyvarovat se přímého ozáření viditelným laserovým paprskem, což může být během závodu problematické – zejména u dětí. Navíc, vzhledem k tomu, že vzdálenost mezi vysílačem a přijemcem je cca 6 metrů, dokonce i malé vibrace nebo silný déšť způsobí falešné spuštění systému. Dalším problémem je to, že fotoodpor má značnou teplotní závislost.

### 1.1.2 Metoda detekce objektu pomocí infračerveného záření

Na rozdíl od prvního způsobu, kde jsou nedostatky viditelné téměř na první pohled, této metodě bylo z počátku věnováno mnoho času a pozornosti, neboť v laboratorních podmínkách se metoda jevila jako bezproblémová.

Na obrázku 1.5 je znázorněno PIR čidlo.



Obr. 1.5: PIR čidlo

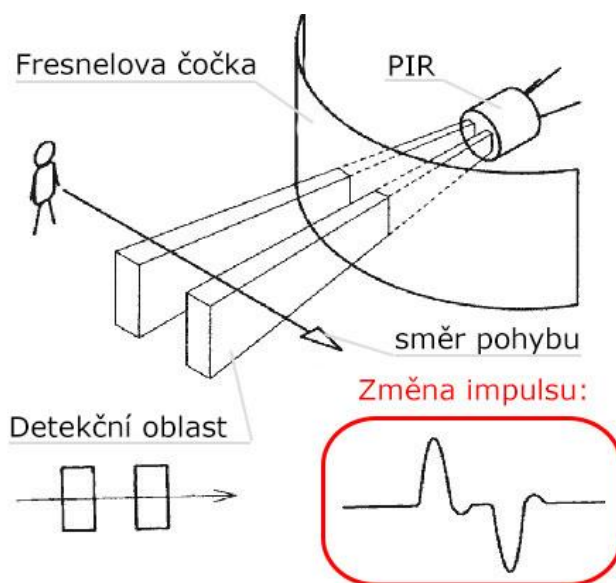
PIR čidla umožňují detekovat pohyb, téměř vždy se dají použít ke zjištění směru pohybu člověka (zda se člověk pohybuje do průhledové zóny senzorů nebo z ní). Reagují na změny v

infračervené oblasti záření, a to v jeho střední části - 5-15 mikronů (zdravé lidské tělo vyzařuje průměrně 9 mikronů). Jsou malé, levné, s nízkou spotřebou energie, snadno se používají a neopotřebovávají se. Z tohoto důvodu se běžně vyskytují v zařízeních, používaných v domácnostech nebo podnicích. Jsou často označovány jako PIR, „Pasivní infračervený“, „pyroelektrický“, nebo „IR pohybové senzory“.

Základním prvkem PIR je v podstatě pyroelektrický snímač, který může detekovat úroveň infračerveného záření. Za určitých okolností všechny předměty mohou vydávat nějaké záření nízké úrovně. Čím je objekt teplejší, tím více záření produkuje. Čidlo v detektoru pohybu se skládá ze dvou snímačů. Důvodem k tomu není měření průměrné úrovně infračerveného světla, ale detekce pohybu. Oba snímače jsou zapojeny takovým způsobem, že pokrývají stejnou zónu viditelnosti. Pokud jeden snímač přijímá více či méně infračerveného záření než druhý, bude se výstupní signál skokově měnit z vysoké úrovně na nízkou úroveň, nebo naopak. [23]

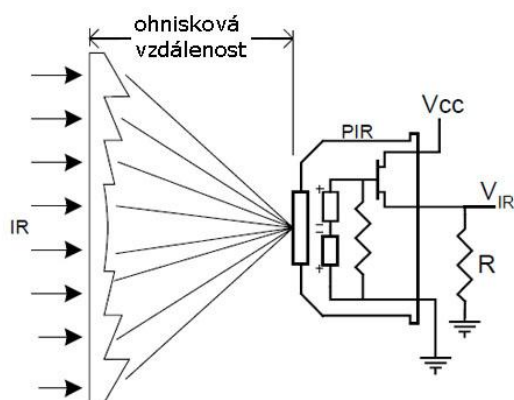
Kromě pyroelektrického senzoru, PIR obsahuje spoustu podpůrných obvodů, odporů, kondenzátorů, atd. Důležitým obvodem je velmi levný čip BISS0001 („Micro Power PIR Motion Detector IC“). Tento čip zpracovává výstupní signál senzoru a provádí jeho analogově číslicový převod.

Když se nějaký objekt, který vyzařuje infračervené světlo (člověk, nebo zvíře), objevuje v detekční zóně senzoru, tak nejprve tento objekt zachytí jedna polovina PIR čidla a způsobí pozitivní diferenciální změnu. Když objekt opustí snímací oblast, snímač vytváří negativní diferenciální změnu. Tyto změny impulsu jsou uvedeny na obrázku 1.6. [23]



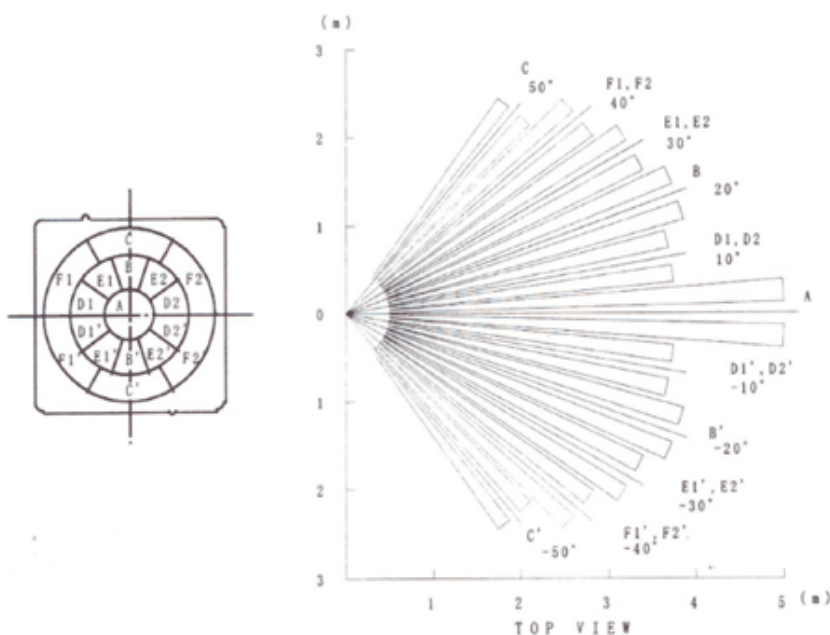
Obr. 1.6: Změna impulsu při pohybu člověka

Detekční oblast se skládá ze dvou obdélníků poměrně malé velikosti. Obvykle je žádaná detekční oblast mnohem větší. Ke zvětšení této oblasti používáme Fresnelovy čočky v kombinaci s jednoduchým objektivem. Základním důvodem použití objektivu, stejně jako u fotoaparátů, je kondenzace velké plochy snímané oblasti na malou plochu čidla.. Fresnelovy čočky kondenzují světlo, poskytují větší rozsah infračerveného záření, které může být detekováno snímačem (Obr. 1.7). Čočka PIR čidla je rozdělena na několik částí, z nichž každá část je Fresnelova čočka. [23]



Obr. 1.7: Fresnelova čočka

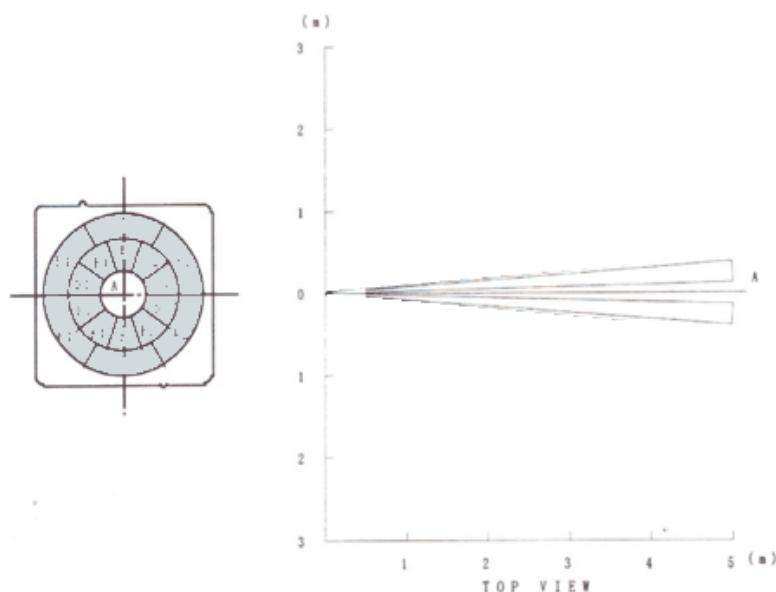
Oblast detekce čidla je znázorněná na obrázku 1.8.



Obr. 1.8: Fresnelova čočka. Oblast detekce čidla

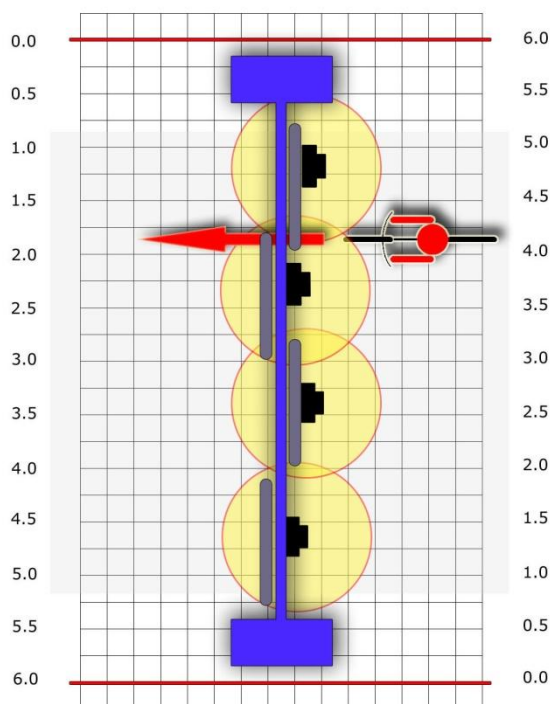
Pro splnění požadavků, kladených na snímač, byla provedena změna optických vlastností Fresnelovy čočky pro zúžení svazku paprsků. Tato modifikace byla provedena pro vyloučení náhodných detekcí, způsobených vedlejšími zdroji tepla. Proto byly odstraněny všechny zóny čoček

kromě zóny „A”. Výsledkem toho je úzce zaostřený paprsek s délkou zorného pole cca 5 m a jeho poloměrem asi jeden metr (Obr. 1.9).



Obr. 1.9: Oblast detekce čidla po modifikace

Bezkontaktní detekce závodníka v cílové zóně proběhne následujícím způsobem (Obr. 1.10):



Obr. 1.10: Detekce pomocí infračerveného světla

Pouzdro PIR čidla obsahuje 3 piny: napájení, uzemnění a signálový pin. Napětí ze signálového pinu je přivedeno na digitální vstup mikrokontroléru. Pro připojení je potřeba pull-up rezistor s odporem  $10\text{k}\Omega$  a napájecí stejnosměrné napětí 5V. Důvodem použití odporu je, že

signálový výstup je výstupem s otevřeným kolektorem. Znamená to, že pokud není signalizován pohyb, signálový vstup se chová stejně, jako kdyby na pin nebylo nic připojeno (vysoká napěťová úroveň). Až snímač zachytí pohyb, signálový pin se připojí na zem. Bez pull-up odporu se napětí na signálovém pinu bude náhodně měnit mezi vysokou a nízkou úrovní.

Výhody a nevýhody této metody detekce pohybu jsou uvedeny v následující tabulce 1.4.

Tab. 1.4: Výhody a nevýhody metody detekce objektu pomocí infračerveného světla

Výhody	Nevýhody
Cena	Vliv RFID záření
Jednoduché zpracování	
Nízká spotřeba energie	
Neopotřebovávají se	

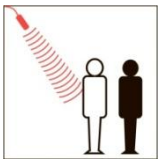
Při testování prototypu byla zjištěna nejzávažnější nevýhoda - špatný vliv RFID záření na funkčnost PIR čidla. Tento vliv byl zjištěn měřením napětí na signálovém pinu pomocí oscilátoru.

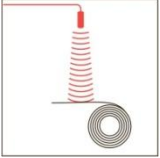
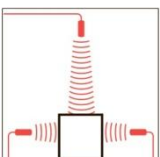
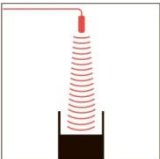


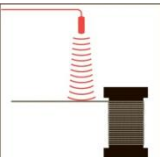
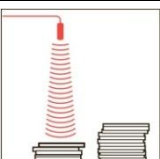
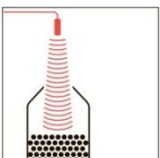
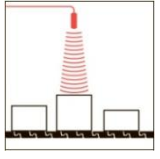
### 1.1.3 Metoda detekce objektu pomocí ultrazvukového snímače

Ultrazvukový měřič vzdálenosti je další zařízení pro měření vzdálenosti bez kontaktu s objektem. Dálkoměr se skládá ze dvou částí - přijímač a vysílač. Obě části jsou řízené mikrokontrolérem. Mikrokontrolér zpracovává výsledky měření a předává je dalším zařízením. Měření vzdáleností probíhá následujícím způsobem: vysílací část vyzařuje svazek impulsů s frekvencí 40kHz přes rezonující prvek. Svazek ultrazvukových impulsů, odražený od překážek přichází na audio měnič v přijímací části a následně je zpracován vnitřním obvodem přijímače.

Rozsah použití ultrazvukových snímačů je velmi široký. V tabulce 1.5 je uvedeno několik příkladů. [13]

Tab. 1.5: Rozsah použití ultrazvukových snímačů

Použití	Popis	Znázornění
Detekce osob	Pokud je nutné detekovat přítomnost osoby na určité vzdálenosti, je nutné použít senzor s větším rozsahem skenování, než je požadováno. Čím větší je vzdálenost, tím nižší je frekvence ultrazvukového signálu.	

Použití	Popis	Znázornění
Sledování natažení fólie	Ultrazvukové snímače mohou být použity pro monitorování natažení fólie. Pokud se začínají tvořit velké vlny na povrchu fólie, může být senzor provozován jako difuzní reflexní senzor. Tento provozní režim funguje spolehlivě, i když se zvuk odráží od vln ve fólii.	
Měření výšky a šířky	Díky možnosti připojovat více senzorů najednou, lze provádět třídímenzionální měření pro všechny objekty od malých krabiček až po velké krabice.	
Kontrola přítomnosti	Senzory detekují, zda je paleta naplněná nebo prázdná. Mohou být použité také pro měření úrovně naplněnosti přepravních kontejnerů. Pokud musí být krabice nebo kontejner kontrolován z více stran, senzory mohou být navzájem synchronizované.	
Polohování robota	Díky svým malým rozměrům, jsou senzory ideální pro přesné polohování, mohou být umístěné do jakéhokoliv robota.	
Umístění	Ultrazvukovým senzorem se dá zkontrolovat správný úhel natočení různých povrchů, včetně skleněných desek nebo jiných hladkých a rovných povrchů.	
Monitorování přetržení drátu	Při navíjení a odvíjení drátu, ultrazvukové senzory s analogovým výstupem detekují jeho pozici na vrstvě, aby monitorovaly jeho případné přetržení.	
Detekce výšky objektů, umístěných v zásobníku	Ultrazvukové senzory měří s vysokou přesností výšku objektů, umístěných v zásobnicích. Mohou tak být použité pro kontrolu počtu objektů v zásobnicích (dřevěné, skleněné, plastové desky, papír atd.).	
Monitorování úrovně hladiny	Ultrazvukové senzory mohou být použité pro měření úrovně hladiny. Jejich výhodou je možnost použití nejenom pro tekuté, ale i pro sypké materiály (např. písek, štěrk, uhlí, obilí). Používají se v silech, bunkrech, kontejnerech.	
Detekce objektů	Pomocí ultrazvukových senzorů je možné třídit objekty podle jejich výšky.	

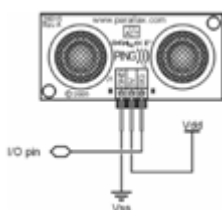
Jako příklad jsou dále uvedeny 3 ultrazvukové moduly:

„LV-MaxSonar-EZ1” od společnosti MaxBotix inc. (Obr. 1.11).



Obr. 1.11: LV-MaxSonar-EZ1

„PING Ultrasonic Distance Sensor” od výrobce Parallax inc. (Obr 1.12).



Obr. 1.12: PING Ultrasonic Distance Sensor

„Devantech SRF08 Range Finder” který se podobá předchozímu, ale je s rozhraním I2C (Obr. 1.13).



Obr. 1.13: Devantech SRF08 Range Finder

Na výstupu modulu je signál, s jehož pomocí je možné získat informaci o vzdálenosti k objektu. Tento signál může být ve třech tvarech: analogový signál, PWM a sériová data Rx a Tx.

Tyto moduly jsou buď jednokanálové (přijímač a vysílač jsou v jednom pouzdře) nebo dvoukanálové (vysílač a přijímač jsou oddělené) a mají různé detekční zóny od 2-3 cm až do 6,45m.

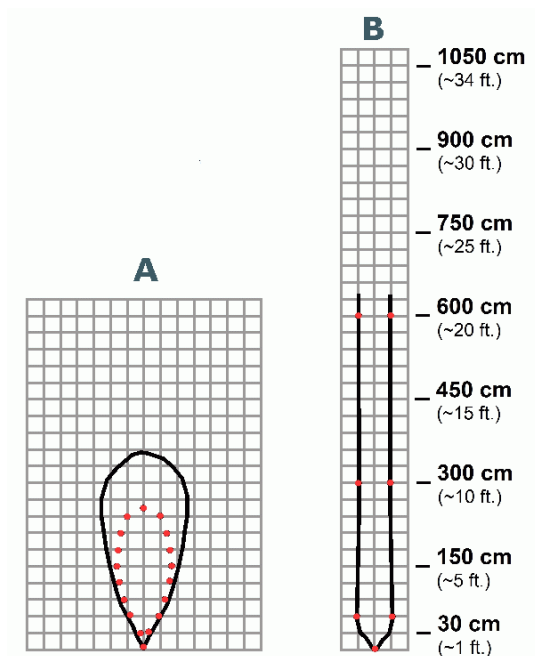
Pro testování byl vybrán modul „LV-MaxSonar-EZ1” [14]. Krátká specifikace je uvedena v tabulce 1.6.

Tab. 1.6: Specifikace modulu „LV-MaxSonar-EZ1”

Citlivost (SEN)	-60dB (0dB = 1V/u bar)
Impedance	1k $\Omega$
Hladina akustického tlaku (SPL)	117dB (0dB=0.2n bar)
Délka trvání impulsu	méně, než 1ms
Kapacita	2400pF $\pm$ 20%
Operační kmitočtový rozsah	38kHz...42kHz
Aplikované napětí	20V RMS maximálně
Teplotní rozsah	-40°C...+65°C

MaxSonar-UT od firmy Maxbotix - unikátní ultrazvukový vysílač/přijímač v kompaktním plastovém pouzdře. Sonar funguje ve frekvenčním pásmu od 38kHz do 42kHz. Je schopen vyvíjet akustický tlak 117 dB, a má vysokou citlivost do -60dB. Je to kompaktní a úsporný ultrazvukový snímač. Má velmi malé rozměry a nízké pracovní napětí od 2.5V do 5.5V, je schopen přesně určit vzdálenost mezi 15 cm a 6,5 m s přesností 2,5 cm, a také detekovat přítomnost objektu ve vzdálenostech od 0 do 6,5 metru.

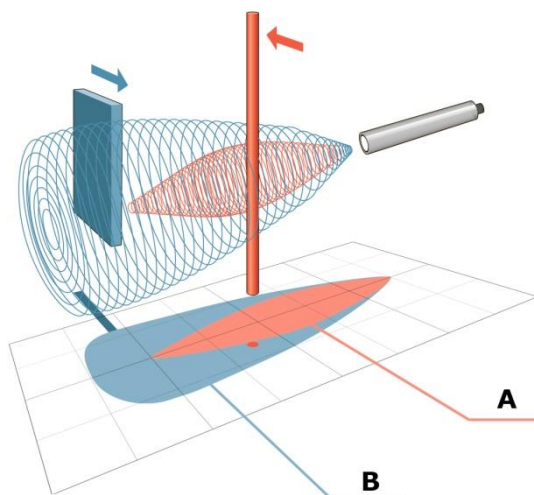
Podle údajů výrobce, právě v modelu EZ1 bylo dosaženo nejlepší rovnováhy mezi citlivostí a úrovní šumu. Dosah senzoru je možné vidět na jeho datasheetu (Obr. 1.14) [14].



Obr. 1.14: Dosah senzoru „LV-MaxSonar-EZ1”



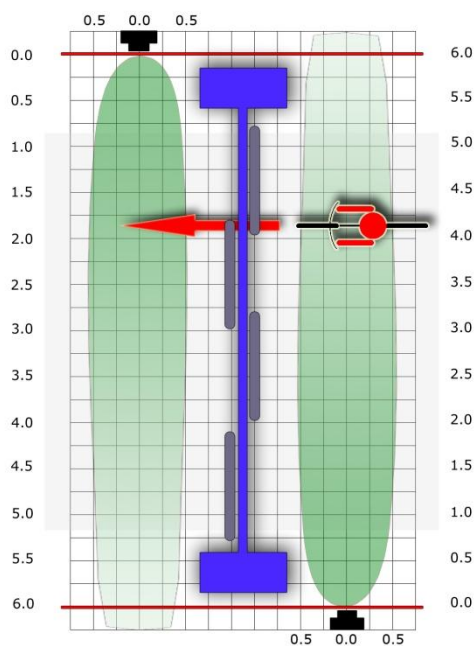
Pokrytí tohoto senzoru je lepší vysvětlit pomocí 3D obrázku pracovního prostoru (Obr. 1.15).



Obr. 1.15: 3D pokrytí senzoru „LV-MaxSonar-EZ1”

V červené oblasti na obrázku je možné detekovat tenkou kulatou tyč ( $\varnothing$  10 mm nebo 27 mm, v závislosti na typu snímače) a znázorňuje typický pracovní rozsah snímače. V modré zóně je možné detekovat plochou deskou, kdy její plocha je v úhlu  $90^\circ$  ke snímači. Modrá zóna tedy představuje maximální dosah detekce čidla při určitých podmínkách.

Z těchto údajů bylo usouzeno, že senzor je vhodný pro detekci objektů, které se nacházejí ve vzdálenosti do 6,45 m, protože objektem pro detekci je cyklista, v modelové situaci nahraditelný modrou deskou z obrázku 1.14, která je kolmá k vektoru ultrazvukového záření a pohybuje se k detekční zóně ze strany (Obr. 1.16).



Obr. 1.16: Schéma metody detekce objektu pomocí ultrazvukového snímače

Následující tabulka (Tab. 1.7) shrnuje poznatky o ultrazvukovém čidle a zobrazuje výhody a nevýhody ultrazvukových snímačů.

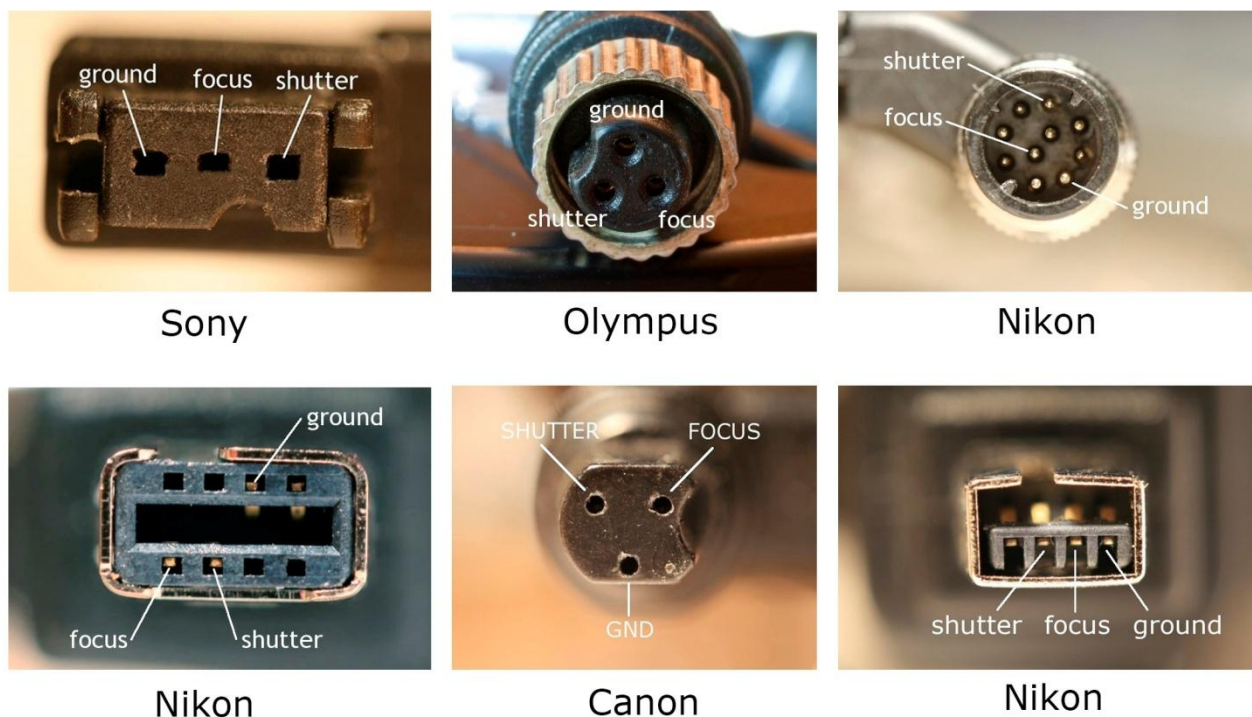
Tab.1.7: Výhody a nevýhody ultrazvukového snímače

Výhody	Nevýhody
žádný vliv rfid záření na ultrazvuk	cena
jednoduché zpracování signálu	
odolný vůči různým povětrnostním podmínkám	
velký rozsah detekce	

## 1.2 Fotografické snímání

### 1.2.1 Dálkové ovládání fotoaparátu

Pro sejmutí fotografie potřebujeme fotoaparát s dálkovým ovládáním. V některých fotografických přístrojích je takovéto rozhraní poskytnuto výrobcem. Jiné, levnější levnější varianty fotoaparátů nebo kompaktní fotoaparáty takové rozhraní nemají. Situace u různých fotoaparátů je popsána na obrázku 1.17.[24]



Obr. 1.17: Rozhraní pro dálkové ovládání fotoaparátů

Zde je představena pouze malá část ze všech možných variant konektorů. Jako nejpohodlnější a jako velmi intuitivní se jeví konektor v nejnovějších modelech fotoaparátů značky Canon.

### 1.2.2 Nastavení fotoaparátu

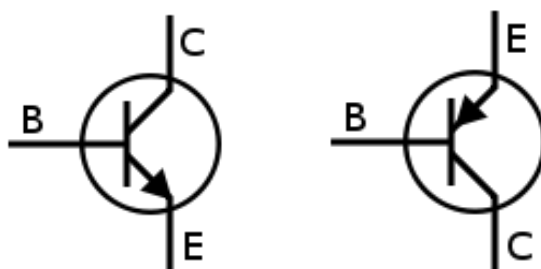
Pro získání vhodného snímku, musí fotograf kontrolovat expozici. Správná expozice je součin několika na sobě závislých hodnot, především hodnoty citlivosti ISO, clony a rychlosti závěrky neboli času. Automatický režim velmi často špatně nastaví parametry fotoaparátu, například používá blesk, když to není tolik potřeba, nebo při focení rychle pohybujících objektů vyfotí fotku rozmazaně. Jak už bylo uvedeno, tři nejdůležitější parametry jsou:

- **EXPOZIČNÍ ČAS (time):** délka vystavení čipu světlu, aby bylo dosaženo správné expozice. Udává se většinou jako zlomek, např.  $1/250 \text{ s} = 0,004 \text{ s}$ . Je důležité vědět, jaký nejkratší a nejdelší čas umožňuje daný fotoaparát nastavit. (schematicky obrázek „expoziční čas”);
- **CLONA (aperture):** kruhový otvor uprostřed objektivu, kterým prochází světlo. Čím je větší průměr clony (nižší clonové číslo =  $f$ ), tím více projde světla do fotoaparátu. Množství procházejícího světla odpovídá ploše otvoru – při 2x větším průměru clony dopadá 4x více světla. Clona dále ovlivňuje hloubku ostrosti a bokeh. Vynásobením clonového čísla 1,4x dojde ke zmenšení plochy na polovinu. (schematicky obrázek „clona”);
- **CITLIVOST ISO:** určuje míru citlivosti čipu na dopadající světlo. S rostoucí citlivostí roste míra šumu, který se projevuje jako náhodně barevné body ve fotografii, zejména ve tmavých oblastech je šum zřetelnější. Šum se také projevuje při delších expozicích vlivem zahřívání čipu. (schematicky obrázek „citlivost ISO”). [15]

## 1.3 Tranzistory

Existují dva typy tranzistorů: bipolární a unipolární. Dělí se podle principu činnosti. Bipolární tranzistory jsou řízeny proudem. Existují výkonné a nízkovýkonové, vysokofrekvenční a nízkofrekvenční, p-n-p a n-p-n struktury atd. Tranzistory se vyrábí v různých tvarech a v různých rozměrech, od čipové SMD, které jsou určeny pro povrchovou montáž, až po velmi výkonné tranzistory. Podle výkonu tranzistoru se dělí na běžné tranzistory (do 100 mW), výkonové tranzistory (od 1W a více) a středně výkonné tranzistory (od 0,1W do 1W). V praxi je jako běžný tranzistor obvykle považován právě tranzistor bipolární. Tyto tranzistory se vyrábí z křemíku (Si) nebo germania (Ge). Polovodičové přechody tranzistoru vytvářejí strukturu odpovídající spojení dvou polovodičových diod v jedné součástce. Každý tranzistor má (nejméně) tři elektrody, které se u bipolárních tranzistorů označují jako kolektor, báze a emitor, u unipolárních jako drain, gate a source. Podle uspořádání použitých polovodičů typu P nebo N se rozlišují dva typy bipolárních tranzistorů, NPN a PNP (prostřední písmeno odpovídá bázi). Unipolární tranzistory jsou označovány jako N-FET nebo P-FET. [25]

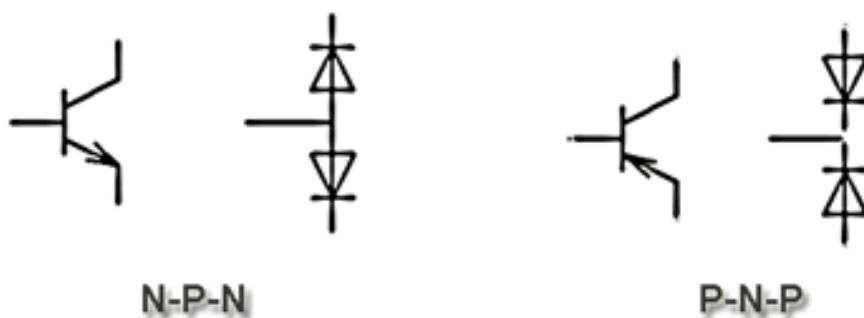
Schematicky NPN a PNP tranzistory označeny takto:



Obr. 1.18: NPN a PNP tranzistory

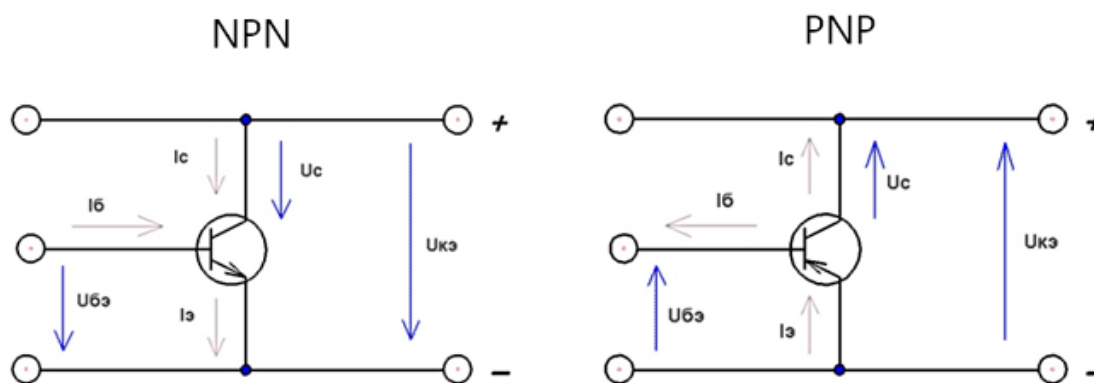
E - emitor;  
B - báze;  
C - kolektor.

Tranzistor je možné si představit jako dvě sériově zapojené diody. V případě NPN to jsou dohromady spojené anody, a v případě PNP - jsou spojeny katody (Obr. 1.19).



Obr. 1.19: Tranzistor, znázorněný ve tvaru spojených diod

PNP tranzistory „se otevírají” napětím negativní polarity, NPN tranzistory se otevírají napětím pozitivní polarity (Obr. 1.20).



Obr. 1.20: Elektrická schémata N-P-N a P-N-P tranzistorů

$U_{ke}$  = napětí kolektor-emitor;

$U_{be}$  = napětí báze-emitor;

$I_k$  = proud kolektoru;

$I_b$  = proud báze.

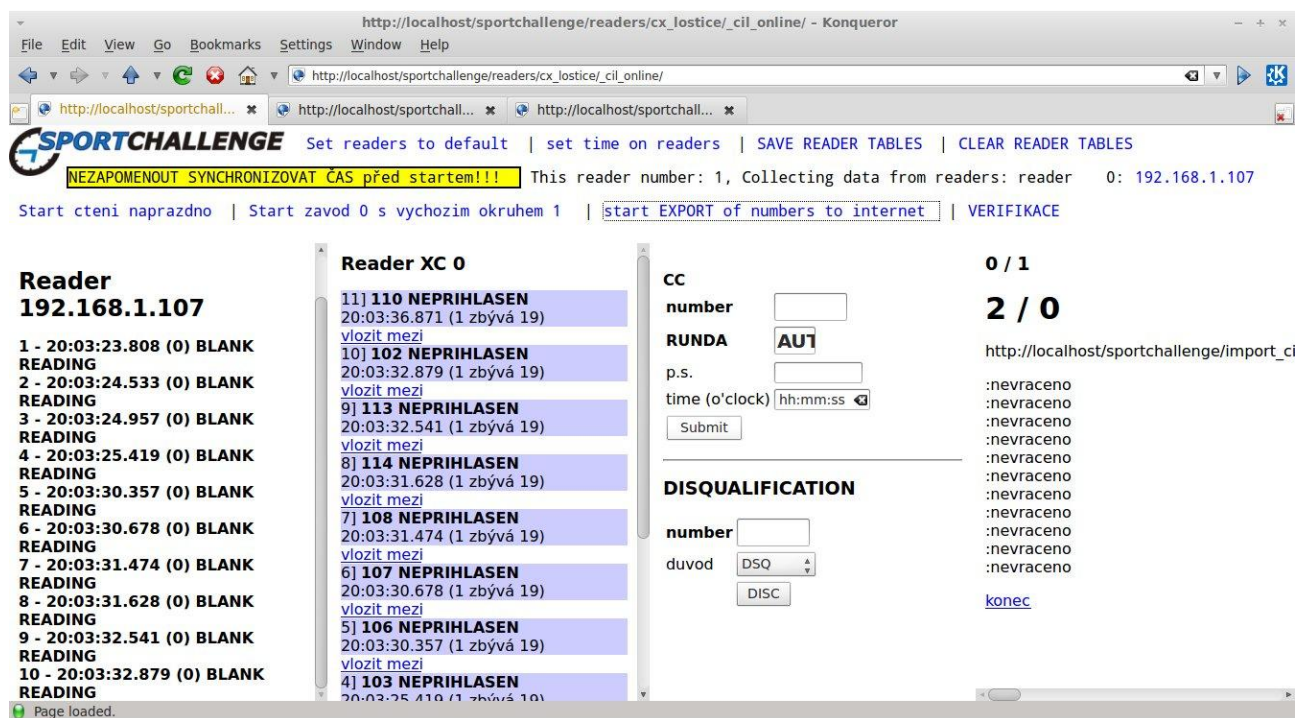
Na základě předběžné analýzy tranzistoru v této diplomové práci, bylo rozhodnuto používat bipolární tranzistor typu NPN. Když signál z mikrokontroléru dojde do tranzistoru, tak tranzistor spojí obvod, který odpovídá za řízení clony a fotoaparát pořídí snímek.[25]

## 1.4 Webové rozhraní

Při realizaci bylo nutno realizovat kompatibilitu se systémem časomíry Sportchallenge.

V současné době je pro sběr, export a zobrazování dat při měření závodu používáno webové rozhraní. Webová aplikace je postavena na skriptovacím jazyku PHP a pro práci s daty využívá databázi MySQL. Systém pracuje s webovým serverem Apache na strojích s operačním systémem Linux (aktuálně Linux Mint).

Na obrázku 1.21 je ukázka jedné z aplikací pracovního softwaru v provozním režimu. Software časomíry Sportchallenge zajišťuje například měření průjezdu závodníků cílem, nebo kontrolami na trati, export dat mezi jednotlivými servery, synchronizaci dat mezi servery, tisk startovních čísel s RFID čipy, generování startovních a výsledkových listin, zpracování přihlášek závodníků a pod.



Obr. 1.21: Ukázka pracovního softwaru časomíry Sportchallenge

Pro dosažení maximální kompatibility se systémem časomíry Sportchallenge byl datový výstup fotografického systému tvořen také jako webová stránka pomocí značkovacího jazyka HTML.

Zmíněné pojmy a technologie jsou stručně popsány v následujících podkapitolách.

## 1.4.1 Server

Server je obecné označení pro počítač, který poskytuje nějaké služby. Serverem může být počítačový program, který tyto služby realizuje. Služby server poskytuje klientům, což označujeme jako model klient-server.

Klient-server je síťová architektura, která odděluje klienta (často jde o aplikace s grafickým uživatelským rozhraním) a server, kteří spolu komunikují přes počítačovou síť.

Klient-server obsahuje pouze dvě části: serverovou a klientskou. Tento typ architektury je někdy označován jako two-tier (dvouvrstvá). Umožňuje zařízení sdílet soubory, nebo nějaké jiné zdroje.[9]



Obr.1.22: Síťová architektura klient-server

Charakteristika klienta:

- Aktivní;
- Posílá žádosti serveru;
- Čeká a dostává odpovědi;
- Obvykle je připojen k malému počtu serverů najednou;
- Obvykle komunikuje přímo s koncovými uživateli, pomocí grafického uživatelského rozhraní.

Charakteristika serveru:

- Pasivní;
- Naslouchá na síti a reaguje na žádosti připojených autorizovaných klientů;
- Při přijetí požadavku jej obslouží;
- Může vzdáleně instalovat/odinstalovat aplikace a přenášet data ke klientům.

Rozlišují se různé druhy serverů: webový server, souborový server, databázový server, tiskový server, proxy server, aplikační server, mailserver a další.[9]



## 1.4.2 Web server

V této diplomové práci byl použit webový server. Webový server je počítač, který nabízí své služby ostatním počítačům. Na pevném disku serveru jsou jednotlivé webové stránky uloženy ve formě souborů. Na webovém serveru–počítači je spuštěn webový server–program. Server–program komunikuje s prohlížečem a na základě požadavků mu protokolem HTTP zasílá webové stránky. [8]

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) je internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů ve formátu HTML.

## 1.4.3 HTML

Název HTML je zkratkou od HyperText Markup Language (hypertext - text s odkazy a s nahrazovanými objekty, markup - značka značkovací, language - jazyk) textový značkovací jazyk. [9]

Název HTML je zkratkou od HyperText Markup Language – textový značkovací jazyk. Slovo HyperText zde vyjadřuje možnost vzájemně propojovat texty na základě odkazů, Markup označuje schopnost jazyka HTML dávat významy jednotlivým blokům textu s pomocí speciálních značek nazývaných tagy a elementy (např. vypsát část textu tučně nebo ji třeba určit jako nadpis).[9]

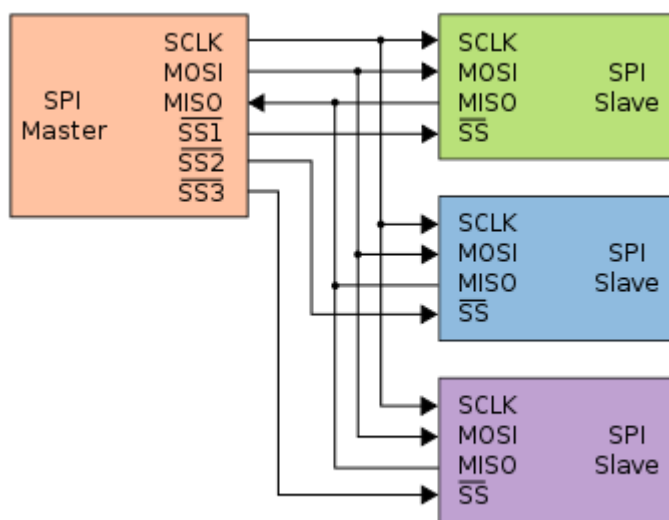
Tagy mohou být párové (mají začátek a konec — např. odstavec, odkaz, tabulka) nebo nepárové (např. značka pro nový řádek, obrázek). [9]

Struktura dokumentu v jazyku HTML má předepsanou strukturu

- Doctype – úvod do dokumentu sdělující prohlížeči, že otevřel dokument HTML. Je povinný a zapisuje se `<!DOCTYPE html>`;
- Kořenový element – prvek `html` (značky `<html>` a `</html>`) - reprezentuje celý dokument;
- Hlavička dokumentu – prvek `head` (značky `<head>` a `</head>`) - obsahuje metadata, která se vztahují k celému dokumentu. Definuje např. kódování, název dokumentu, autora, popis, klíčová slova, titulek dokumentu nebo kaskádové styly;
- Tělo dokumentu – prvek `body` (značky `<body>` a `</body>`) - zahrnuje vlastní obsah dokumentu. [9]

## 1.5 SPI a I2C

SPI (Serial Peripheral Interface) je sériové periferní rozhraní. Používá se pro komunikaci mezi řídicími mikroprocesory a ostatními integrovanými obvody (EEPROM, A/D převodníky, displeje...). Komunikace je realizována pomocí společné sběrnice. Adresace se provádí pomocí zvláštních vodičů, které při logické nule aktivují příjem a vysílání zvoleného zařízení (piny SS nebo CS). [15]



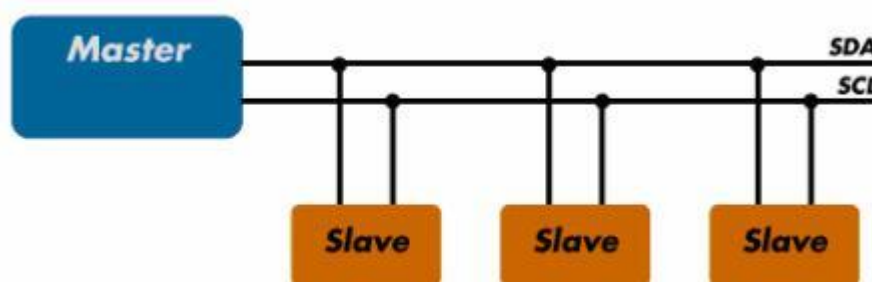
Obr.1.23: Zapojení uzlů na sběrnici SPI

Zařízení na sériové SPI sběrnici je rozděleno na Master a Slave. Master řídí komunikaci pomocí hodinového signálu a určuje, se kterým zařízením na sběrnici bude komunikovat pomocí SS - Slave Select (někdy CS - Chip Select). Slave vysílá podle hodinového signálu, pokud je aktivován pomocí SS/CS.

Pro komunikaci Master nastaví logickou 0 na SS zařízení, se kterým chce komunikovat. Pak začne generovat hodinový signál na SCLK a v té chvíli vyšlou obě zařízení svoje data. MOSI (Master Out, Slave In) je označení pro Master výstup, Slave vstup. MISO (Master In, Slave Out) ) je Master vstup, Slave výstup. Jakmile jsou data vyslána, může komunikace pokračovat: Master dále dodává hodinový signál, hodnota SS se nemění nebo může být ukončena: Master přestane vysílat hodinový signál a nastaví SS do log. 1. Délka vyslaných dat je buď 8bit (Byte) a nebo 16bit (Word).[26]

Další sběrnici je sběrnice označovaná symbolem I2C, což je zkratka z celého názvu Inter-Integrated Circuit. V určitých ohledech se jedná o sběrnici podobnou SPI (existence hodinového signálu, jediný uzel typu master), ovšem některé vlastnosti těchto sběrnic jsou odlišné. Zatímco u sběrnice SPI byl umožněn obousměrný přenos dat díky použití dvojice vodičů MISO a MOSI,

sběrnice je I2C vybavena „pouze“ jedním datovým vodičem SDA, z čehož vyplývá, že se data přenáší poloduplexně. Také to znamená poněkud složitější interní strukturu všech připojených zařízení, protože příslušné piny musí být možné přepínat ze vstupního režimu na režim výstupní. Také zde není použit výběr zařízení typu slave pomocí zvláštních signálů, protože každému uzlu je přiřazena jednoznačná adresa – kromě elektrických charakteristik je totiž přesně stanoven i komunikační protokol, což je další rozdíl oproti výše popsané sběrnici SPI. Obecně je možné říci, že I2C je sice poněkud složitější, ale zato flexibilnější sběrnice, která se velmi často používá i pro komunikaci na delší vzdálenosti (řádově metry, viz například DDC u monitorů), než tomu je u sběrnice SPI. [26]



Obr.1.24: Zapojení uzlů na sběrnici I2C

## 1.6 Vestavěný systém

Vestavěný systém (zabudovaný systém, embedded system) je jednoúčelový systém, ve kterém je řídicí počítač nebo mikrokontrolér zcela zabudován do zařízení, které ovládá. Na rozdíl od univerzálních počítačů, jako jsou osobní počítače, jsou zabudované počítače většinou jednoúčelové, určené pro předem definované činnosti. Vzhledem k tomu, že systém je určen pro konkrétní účel, mohou jej tvůrci při návrhu optimalizovat pro konkrétní aplikaci. [10]

V této diplomové práci byl použit mikrokontrolér a pro vysvětlení pojmu mikrokontrolér je nutné nejdříve vysvětlit, co je mikroprocesor a jednočipový mikropočítač.

### 1.6.1 Mikroprocesor

Mikroprocesor je složitý logický obvod, který je jádrem celého mikropočítače. Mikroprocesor vykonává sled aritmetických a logických operací podle zadaného programu a tak realizuje požadovanou funkci. Samotný program je uložen v paměti mikroprocesoru ve formě instrukcí, které jsou postupně načítány a vykonávány. Mikroprocesor zajišťuje nejen správné provádění těchto instrukcí, ale též řídí ostatní části mikropočítače – zpracovává data v paměti, řídí tok dat ze vstupních obvodů do mikropočítače a jejich zpracování a též řídí tok dat z počítače ven přes výstupní obvody.

Existují základní dvě architektury mikroprocesorů – von Neumannova a Harvardská. Von Neumannova architektura je architektura, pro kterou je typická společná paměť pro data i program. Harvardská architektura je typická oddělením paměti programu a paměti dat.

### 1.6.2 Jednočipový mikropočítač

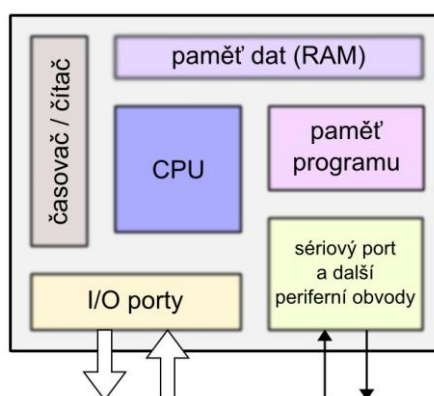
Jednočipový mikropočítač je pouze řídicí jednotka, která se chová podle zadaného programu. Pro svou funkci však nevyhnutelně potřebuje paměť, ve které je uložen samotný program, a také paměť, ve které jsou uložena data, se kterými mikroprocesor pracuje. Mikroprocesor dále potřebuje vstupní a výstupní obvody, které mu umožní komunikovat s okolím a ovládat tak připojená zařízení. Integrováním mikroprocesoru, paměti programu, paměti dat a obvodů rozhraní na jediný čip vznikne jednočipový mikropočítač. V jediném integrovaném obvodu tak je k dispozici malý univerzální počítač.

### 1.6.3 Mikrokontrolér

Mikrokontrolér je jednočipový mikropočítač vhodný pro využití v řízení. Kromě vstupních a výstupních obvodů jsou v něm integrovány i mnohé další obvody – např. analogově-digitální nebo

digitálně-analogový převodník, čítač, časovač, komparátor, synchronní sériový port, USB, PWM (pulsně-šířkový modulátor), EEPROM a další. Díky tomu, že jsou tyto obvody v mikrokontroléru již integrovány, není potřeba je realizovat externě, a proto mikrokontrolér často disponuje méně výstupy, díky čemuž může být jeho pouzdro menší a levnější. Menší počet vývodů sice znesnadňuje další rozšíření, na druhou stranu je však nabídka mikrokontrolérů v dnešní době natolik široká, že je možné si vybrat typ přesně podle aktuálních požadavků. Mikrokontroléry se obvykle používají pro tzv. vestavěné (embedded) aplikace, tj. jsou součástí nějakého dalšího zařízení, kde plní nějakou specifickou funkci. V tomto kontextu jsou na mikrokontroléry často kladeny speciální požadavky, např. nízká spotřeba, malé rozměry, nízká cena, velký rozsah pracovních teplot apod.

Pojmy mikrokontrolér a jednočipový mikropočítač se někdy nerozlišují a obecně označují jako integrovaný obvod, ve kterém je integrován mikroprocesor, paměť programu a dat, periferní obvody a další podpůrné a doplňkové obvody. [17]



Obr. 1.25: Zjednodušené blokové schéma mikrokontroléru

## 2 Hardwarové řešení

Pro vyrobení hardwarové částí tohoto vestavěného systému byla provedena předběžná analýza požadavků a úloh.

Nejprve bylo nutné zvolit vhodný snímač pro detekci cyklisty v cílové zóně. Porovnání senzorů je uvedeno v „Teoretická část.“ Bylo třeba vzít v úvahu, že senzory pracují v oblasti intenzivního rádiového vyzařování ze systému RFID. Signál ze snímače musí zpracovat mikrokontrolér a pak poslat signál fotoaparátu, aby pořídil snímek. Dále potřebujeme snímek hned poslat a uložit na záložním serveru. Ve chvíli, kdy se cyklista nacházel v detekční zóně, jeho přesný čas bude zachován na vnitřní paměti. Přístup k této informaci musí být zajištěn kdykoliv během soutěže a po jejím skončení. Způsob poskytování informace by měl být kompatibilní se systémem, který je již provozován organizátory. Dle požadavků zákazníka, musí být systém snadný na použití a musí být kompaktní.

K vyřešení těchto požadavků bylo rozhodnuto rozdělit systém do dvou subsystémů. To bylo provedeno pro dosažení vyšší rychlosti zpracování a poskytování informací, a také pro minimalizaci problémů při provozu.

Úkoly prvního subsystému:

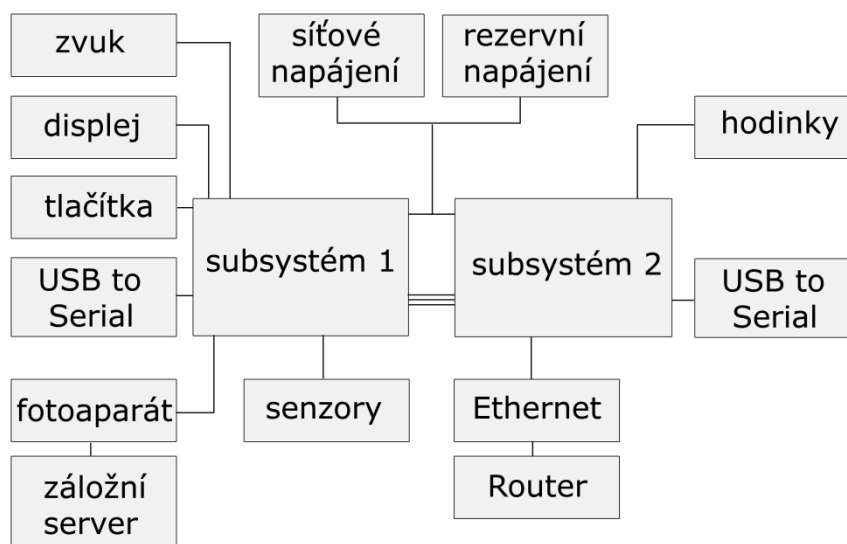
- zpracování analogového signálu z ultrazvukového senzoru;
- ovládání fotoaparátu;
- zobrazovat informace na displeji;
- nastavení parametrů a režimů fungování systému.

Úkoly druhého subsystému:

- kontrola hodin reálného času;
- zápis a čtení na vnitřní paměť;
- fungování webového serveru;
- generování webové stránky, která obsahuje informace o konečném času účastníků.

Bylo vymyšleno blokové schéma (Obr. 2.1).

Oba systémy jsou řízeny mikroprocesorem, ale zároveň se propojeny.



Obr. 2.1: Blokové schéma systému

## 2.1 Návrh desky plošných spojů

Aby bylo možné spojit všechny elementy a moduly do jednoho systému, bylo rozhodnuto vytvořit desku plošných spojů. Deska by měla sloužit jak platforma pro mikroprocesor a pro spojení všech modulu systému dohromady. Na desce musí být také umístěn systém pro rozvod energie.

### 2.1.1 Výběr vhodného mikropočítače

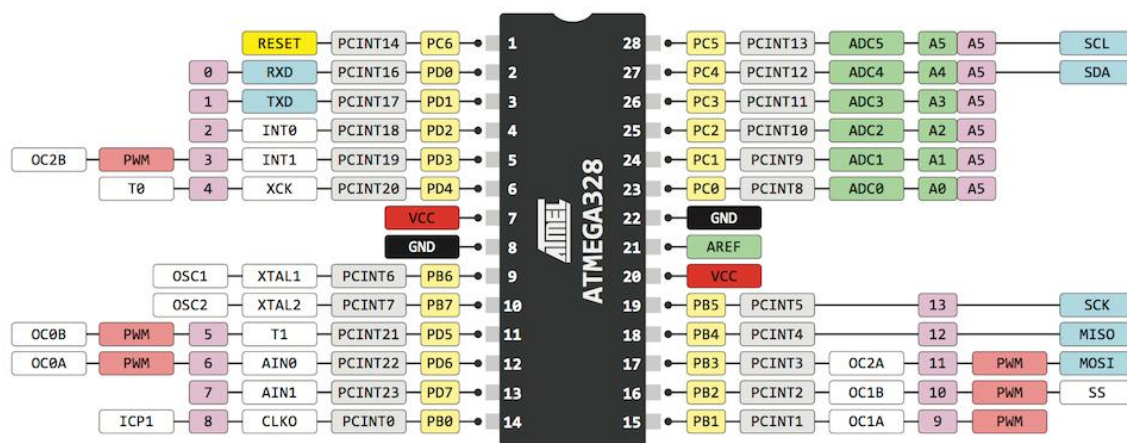
Mikroprocesor pro první subsystém musí splňovat následující podmínky:

- dostatečný počet digitálních a analogových vstupů a výstupů pro připojení veškerého potřebného příslušenství, konkrétně: 2 analogové, 17 digitálních;
- analogově digitální převodník;
- rychlost 20 MHz;
- Nízká spotřeba energie;
- spolehlivost;
- sériové periferní rozhraní SPI.

Další podmínkou pro výběr mikroprocesoru je dostupnost programátoru a kompilátoru.

Pro splnění těchto požadavků jsou vhodné 8-bitové mikrokontroléry AVR od firmy Atmel. Na webové stránce výrobce <http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328.aspx> byl nalezen vhodný mikroprocesor ATmega328 (Obr. 2.2). Vysoce výkonný Atmel 8-bitový mikroprocesor AVR RISC kombinuje 32 kilobajtů ISP flash paměti s možností čtení-při-zápisu, 1 KB EEPROM, 2 KB

SRAM, 23 univerzální I / O, 32 univerzální pracovní registry, tři flexibilní čítače / časovače s režimem porovnání, vnitřní a vnější přerušení, sériový programovatelný USART, 2-pinové byte-orientované sériové rozhraní, sériový port SPI, 6-kanálový 10-bitový A / D převodník (8-kanálů v TQFP a QFN / mLF), programovatelný watchdog timer s vnitřním oscilátorem a pěti režimy úspory energie. Zařízení pracuje v rozmezí 1.8 - 5.5 V.



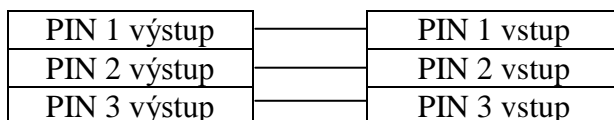
Obr. 2.2: Mikroprocesor ATmega328

S těmito parametry je mikroprocesor vhodný pro potřeby zadaného systému.

Druhý subsystém má po hardwarové stránce stejné nároky jako první, proto je vhodné použít na oba subsystémy stejný mikroprocesor. [18]

### 2.1.2 Komunikace mezi dvěma subsystémy

Každý subsystém je řízen samostatným mikrokontrolérem, ale jsou vzájemně propojeny. Komunikace probíhá prostřednictvím spojení třech výstupů na mikrokontroléru prvního subsystému se třemi vstupy na mikrokontroléru druhého subsystému (Obr. 2.3).



Obr. 2.3: Propojení subsystémů

Komunikace probíhá v jednosměrném režimu. Po detekci cyklisty signál ze snímače přijímá a zpracovává první subsystém. Po analýze, pokud signál vyhovuje parametrům, zadaných uživatelem, tak se na výstupu PIN1 objeví 5V. Takovým způsobem první subsystém vysílá druhému subsystému příkaz „registrovat závodníka“. V pohotovostním režimu bude na výstupu PIN1 0V.



Pro předávání příkazů na ukládání dat používáme zbývající dva piny. Je nutné předávat ještě 4 příkazy. K tomu používáme binární tabulku 2.1.

Tab. 2.1: Komunikace subsystémů

Pin 2	Pin 3	Akce
0 V	0 V	Pohotovostní režim
0 V	5 V	Spuštění systému logování dat
5 V	0 V	Zastavit systém logování dat
5 V	5 V	Vymazat všechna data z paměťové karty

Byl zvolen tento způsob přenosu signálů mezi subsystémy pro dosažení maximální rychlosti komunikace.

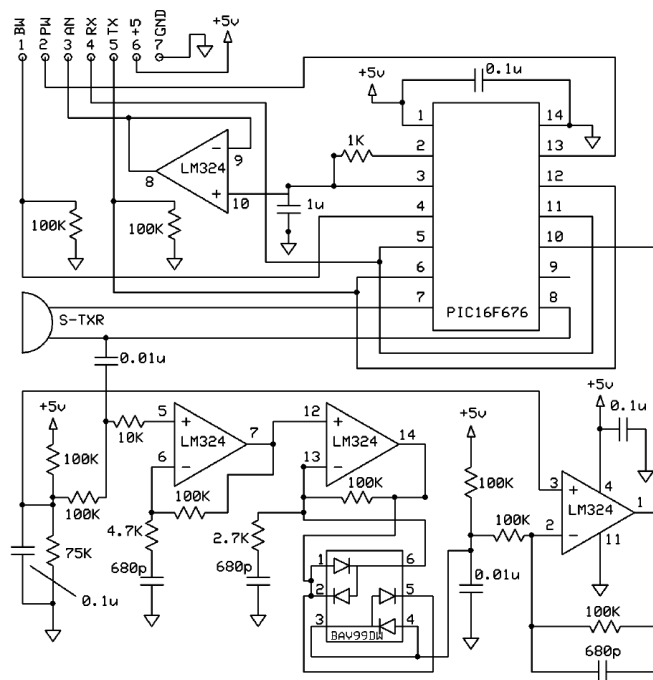
### 2.1.3 Zvolený způsob detekce přítomnosti závodníka

Po provedení analýzy všech snímačů a možností jejich využití bylo rozhodnuto zvolit ultrazvukový snímač „LV-MaxSonar-EZ1”. Nejlevnější varianta u výrobce stojí 25 dolarů <http://www.maxbotix.com>.

Pro integraci daného senzoru do našeho systému je potřeba vyčlenit základní vlastnosti a prozkoumat elektrický obvod a možností připojení senzoru.

- Rozlišení 1 palec (2.54 cm);
- Rychlost čtení je 20Hz;
- Měří vzdálenost k objektům na kmitočtu 42kHz;
- V souladu s normou RoHS;
- Jsou tři výstupy: Analogový , Sériový, Impulsní;
- Prakticky není žádná mrtva zóna, objekty, které jsou blíže, než ve vzdálenosti 6 palců (15,24 cm) jsou detekovány, jako umístěné ve vzdálenosti 6 palců;
- Maximální rozsah je 254 palců (645 cm);
- Napájí se v rozmezí 2,5 - 5,5V;
- Nízká spotřeba proudu 2,0 mA.

Schéma zapojení modulu obsahuje relativně malý počet prvků: tři operační zesilovače LM324, dvojitá dioda BAV99, mikrokontrolér PIC16F676, ultrazvukový převodník MaxSonar-UT a několik pasivních součástek (Obr. 2.4). [14]



Obr. 2.4: Schéma zapojení modulu LV-MaxSonar-EZ1

Modul má 7 vstupu/výstupů. Popis výstupů je uveden v tabulce 2.2.

Tab. 2.2: Popis vstupu/výstupů LV-MaxSonar-EZ1

Název	Popis
GND	Uzemnění. GND musí být chráněný před šumem pro jeho lepší fungování.
+5V – Vcc	Napájecí napětí. Funguje při 2.5V - 5.5V. Doporučený proud je 3mA pro 5V a 2mA pro 3V.
TX	Když je výstup BW otevřený nebo je na něm nízké napětí, tak výstup TX přenáší asynchronní sériový signál formátu RS-232. Na výstup se podává v ASCII písmeno „R”, následované třemi ASCII číslicemi představující rozsah v palcích až do maximálního rozsahu 255 palců, pak následuje konec řádku (ASCII 13). Přenosová rychlost je 9600, signál má 8 bitů, bez parity, na konci s jedním stop bitem.
RX	Tento pin je vnitřně zapojen na HIGH. Pokud pin RX nezapojíme nebo ho nastavíme na HIGH, pak senzor bude neustále měřit rozsah a výstup. Pokud ho připojíme na LOW, EZ1 zastaví měření. Pak když ho opět nastavíme na HIGH na délku času 20us nebo více, senzor pokračuje ve čtení.
AN	Analogové napětí s faktorem ( $V_{cc}/512$ ) na palec. Při 5V napájení, výstupní signál odpovídá cca. 9.8mV/in, a při 3.3V cca. 6.4mV/in.
PW	Tento pin vysílá pulz, který odpovídá naměřené vzdálenosti. Pro výpočet vzdálenosti je nutné použít měřítko 147uS na palec.
BW	Když necháme tento pin nezapojený nebo budeme na tento pin posílat LOW, tak na výstupu TX se budou vysílat sériová data.

Tato data mohou být plynule přiváděna na výstupy v intervalech 50 ms (20 Hz).

### 2.1.4 Řízení fotoaparátu

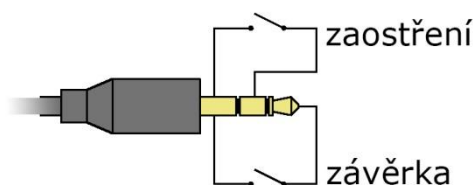
V této diplomové práci byly použity dva fotoaparáty: Canon PowerShot 600D a Sony Cyber-shot DSC-W80. Důvodem použití dvou fotoaparátů bylo to, že jsem chtěl ukázat, že je můj systém schopen správně fungovat s jakýmkoliv fotoaparátem. Může byt nejmodernější zrcadlovka, nebo jednoduchý kompaktní fotoaparát.

První zvolený fotoaparát je zrcadlovka od společnosti Canon - PowerShot 600D. Má konektor pro dálkové ovládání v podobě audio konektoru „2,5 mm Jack konektor”. Tento konektor má tři kontaktní plochy: země, kontakt, zodpovědný za závěrku a kontakt zodpovědný za zaostřování (Obr. 2.5).



Obr. 2.5: 2,5 mm Jack konektor

K danému typu konektoru nebyla k dispozici žádná dokumentace. Experimentem bylo zjištěno, že na dvou plochách je napětí 3.5 V, na jedné ploše je nulové napětí (tedy země). Následně bylo opět experimentálně zjištěno, která z těchto dvou kontaktních ploch odpovídá za závěrku a která za zaostřování (Obr. 2.6).

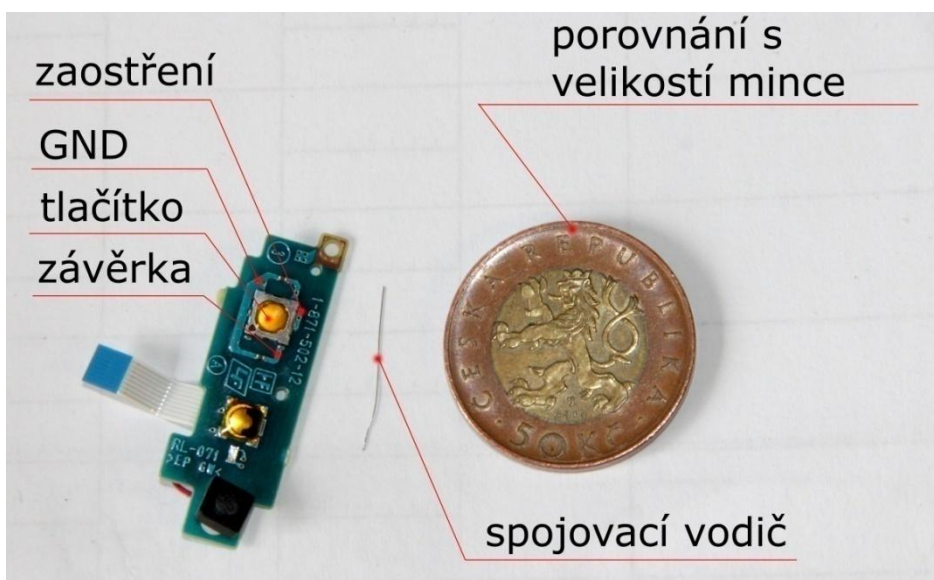


Obr. 2.6: Popis 2,5 mm Jack konektoru

Připojení kontaktu zaostření (kroužek) se zemí (bází) odpovídá stisknutí tlačítka závěrky do poloviny a výsledkem je zaostřování fotoaparátu a připojení kontaktu závěrky (špičky) k zemi (bází) odpovídá stisknutí tlačítka do konce. V tomto případě se fotoaparát nejprve zaostří, pak se spustí závěrka, ale jen v tom případě, když se fotoaparát zaostří úspěšně. V režimu ručního zaostření fotoaparátu se spustí hned.

V případě, že fotoaparát přecházel do režimu očekávání (stand-by mode), tak na kontaktu ostření stále ještě zůstane napětí. Fotoaparát lze probudit z režimu očekávání (stand-by mode) po připojení zaostřovacího kontaktu na zem.

Druhý typ fotoaparátu, který byl použit v experimentu, byl jednoduchý kompaktní fotoaparát Sony Cyber-shot DSC-W80. Účelem použití tohoto typu bylo dokázat, že lze použít libovolný fotoaparát, a to i nevybavený dálkovým ovládáním a speciálním výstupem, pro připojení k rozhraní pro vzdálené ovládání. Fotoaparát byl rozebrán a prozkoumán. Podrobně byl prozkoumán mechanismus stisknutí tlačítka pro spouštění závěrky. Toto tlačítko má obvykle dvě polohy: zaostření a závěrka. Jak je vidět na obrázcích 2.7 tlačítko má několik výstupů. Zkouškou byly nalezeny potřebné uzavírací obvody. Pak k nim byly připájeny vodiče a vytvořen výstup typu 3,5 mm jack konektor pro dálkové ovládání.



Obr. 2.7: Tlačítko fotoaparátů Sony W80

Tento fotoaparát nemá rozhraní pro vnější připojení k síti. Na závodech, které občas trvají i více, než 5 hodin, vnitřní baterka „nepřežije“ tento závod. Proto bylo realizováno přímé zapojení do sítě 220V, bez použití baterie. V moderních fotoaparátech se v poslední době stále více objevují baterie, které používají speciální čip, který je určen pro ověření pravosti baterií. Tento čip byl úspěšně vyjmut z rozbité baterie a byl připájen k vnějšímu zdroji tak, aby fungoval obdobně, jako s originálními bateriemi. Teprve potom byl zdroj připojen ke kontaktním plochám uvnitř fotoaparátu. Po této operaci ověřování baterie fotoaparátem tedy probíhá úspěšně i s externím napájením.

Po manipulaci byly všechny přidané vnitřní vodiče z baterie a ověřovací čip umístěny do prázdného prostoru, uvolněného po baterii. Na obrázku 2.8 vidíme konečný výsledek vnějšího rozhraní fotoaparátu Sony W80 po modifikaci.



Obr. 2.8: Vnější rozhraní fotoaparátu Sony W80 po modifikaci

Pro ostření fotoaparátu bylo nutné spojit dva kontakty, na toto jsem použil dvoupolohové přepínače.

Zaostřit fotoaparát potřebuji jen na začátku procesu focení, pak můžu na objektivu vypnout funkci automatického zaostření. Přepínač necháme zapnutý v režimu zaostření k tomu, aby fotoaparát nepřešel do režimu očekávání (stand-by mode).

Pro spojení dvou kontaktů k tomu, aby fotoaparát pořídil snímek, byl použit tranzistor a ještě bylo paralelně připojeno jednopolohové tlačítko. Tlačítko používáme při naléhavé potřebě focení nebo pro vyzkoušení nastavení fotoaparátu. Tranzistor používáme kdykoliv, když fotografování probíhá automaticky.

V našem případě musíme fotit rychle se pohybující objekty, to znamená, že nejdůležitější parametr, který musíme nastavit, je expoziční čas. Musí být minimální ve srovnání s ostatními parametry. Nejvhodnější je nastavit citlivost ISO na vysokou úroveň. Šumy, které se objevují s rostoucí citlivostí ISO, v našem případě zanedbáváme. Po umístění fotoaparátu musí být nastavena clona, aby hloubka ostrosti zcela pokrývala cílovou čaru. Na obrázcích č. 2.9 a 2.10 znázorněno špatné nastavení fotoaparátů a správné nastavení fotoaparátů.



Obr. 2.9: Špatné nastavení fotoaparátů



Obr. 2.10: Správné nastavení fotoaparátů

Důležité je, že v různých případech, za různého počasí, se může nastavení fotoaparátu lišit. Například při slunečném počasí s mírnou oblačností bude nastavení pro zrcadlovku Canon 600D následující:

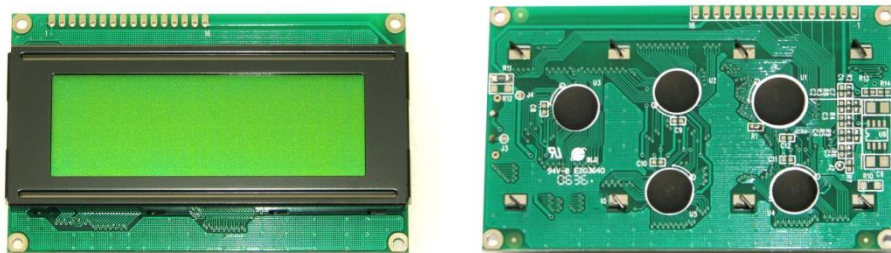
Expoziční čas: 1/640 s.;

Clona: f/5,6;

Citlivost ISO: 400 .

### 2.1.5 LCD Display

Vyvinutý vestavěný systém je vybavený zabudovaným displejem. Displej slouží k zobrazení on-line dat z čidel, konfiguraci systému, nastavení zóny detekce senzoru a řízení logování dat.



Obr 2.11: LCD displejový modul od firmy „DiStar”

Byl použit LCD displej od firmy „DiStar” (Obr. 2.11). Rozlišení displeje je 4x20 znaky. Modul je vybavený zeleným LED posvícením. Displej využívá technologii STN, díky tomu má velký kontrast a široký úhel pohledu. Displejový modul je řízen mikrokontrolérem s paralelním rozhraním SPLC780D ( je stejný jako HD44780) . [19]

Displejový modul má 16 vstupu \ výstupů, které jsou uvedeny v tabulce 2.3.



Tab. 2.3: Popis vstupu \ výstupu LCD displejového modulu

Číslo pinu	Symbol	Napájení	Popis
1	VSS	0V	Uzemnění
2	VDD	5V	Napájecí napětí pro logiku
3	V0	(variabilní)	Provozní napětí pro LCD
4	RS	High	High: DATA
		Low	Low: Kód instrukce
5	R/W	High	H: Čtení (MPU→Modul)
		Low	L: Zápis (MPU→Modul)
6	E	High, High →Low	Čip umožňuje signál
7	DB0	High/Low	Data bit 0
8	DB1	High/Low	Data bit 1
9	DB2	High/Low	Data bit 2
10	DB3	High/Low	Data bit 3
11	DB4	High/Low	Data bit 4
12	DB5	High/Low	Data bit 5
13	DB6	High/Low	Data bit 6
14	DB7	High/Low	Data bit 7
15	LED+		Anoda pro LED podsvícení
16	LED-		Katoda pro LED podsvícení

Podsvícení displeje je napájeno od 5V přes 12 Ohmový odpor. Ještě existuje možnost změnit kontrast displeje pomocí 10kOhm potenciometru (Obr. 2.12). Tato funkce je potřebná pro přizpůsobení k práci v různých prostředích. Také při použití více zdrojů energie je potřeba často měnit kontrast při změně napětí v systému.



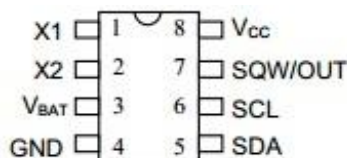
Obr. 2.12: Změna kontrastu displeje

## 2.1.6 Hodiny reálného času

Jedním z hlavních úkolů přístroje je záznam času. Čas v přístroji být přesný, bez potřeby dodatečných nastavení a musí být nezávislý na napájení přístroje.

Většina mikrokontrolérů jsou časově agnostické, což znamená, že neregistrují čas. V našem případě bylo rozhodnuto použít „hodiny reálného času“.

Real-time clock (zkráceně RTC), česky hodiny reálného času, jsou počítačové hodiny, které obsahují údaje o aktuálním čase. Používají se spíše v elektronice, která potřebuje přesný čas. Jedná se o samostatný modul na čipu „DS1307 Serial Real Time Clock“ od firmy Dallas Semiconductors (Obr. 2.13). Tento čip je napájen samostatným zdrojem napájení - knoflíková Lithium baterie CR1225 z kapacitou 41mAh. Životnost baterie je 9 až 17 let, za předpokladu, že čip nenapájí z externího 5V napájecí zdroje. DS1307 Serial Real-Time Clock obsahuje informace o čase ve tvaru „hodiny + 56 bytů NV SRAM“. Hodiny jsou ve formě kódovaného binárního desítkového čísla (anglicky: binary-coded decimal, zkráceně BCD). Adresa a údaje jsou přenášeny sériově přes 2 vodiče a pomocí obousměrné sběrnice. Hodiny obsahují informace o sekundách, minutách, hodinách a také o dni, měsíci a o roce. Hodinky jsou schopny odlišit měsíce s 30 a 31 dny a také pamatují na přestupné roky. Hodiny fungují buď ve 24 hodinovém nebo ve 12 hodinovém formátu s indikátorem AM / PM. DS1307 je vybaven zabudovaným síťovým obvodem, který detekuje výpadky napájení a automaticky se přepne na napájení z baterie. [20]



Obr. 2.13: DS1307 Serial Real Time Clock

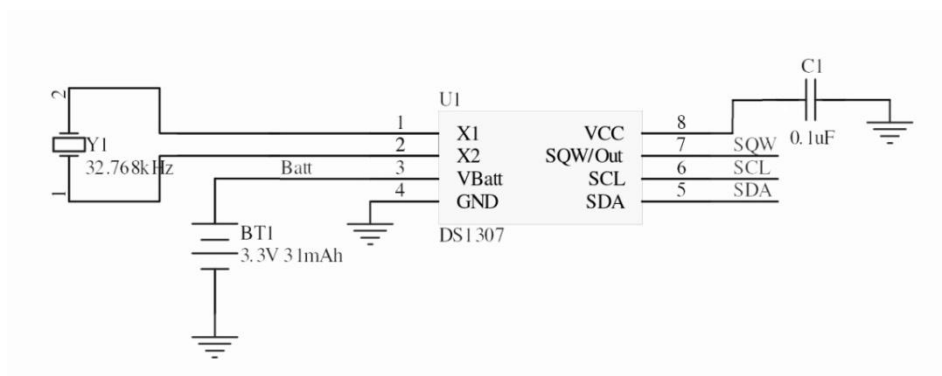
Popis výstupů (pinů) čipu je uveden v tabulce 2.4.

Tab. 2.4: Popis pinů čipu DS1307 Serial Real Time Clock

Pin	Popis
VCC	Základní napájení
X1, X2	32.768kHz Krystal
VBAT	Vstup +3V od baterie
GND	Uzemnění
SDA	Sériová data
SCL	Sériové Hodiny
SQW/OUT	Meandr/výstupní řadič



Schéma zapojení čipu je zobrazeno na obrázku 2.14:



Obr. 2.14: Schéma zapojení čipu DS1307 Serial Real Time Clock

DS1307 je přístupný pomocí protokolu I2C. DS1307 funguje jako „slave” zařízení na sériové sběrnici. Přístup je dosažen zavedením START podmínky a v tuto chvíli poskytuje identifikační kód zařízení, po kterém hned následuje adresa registru. K následným registrům lze přistupovat postupně, dokud nebude provedena podmínka STOP.

### 2.1.7 Realizace Web Serveru a systému zálohování dat

Kromě fotografické registrace cyklisty, systém uloží přesný čas průjezdu závodníka v okamžiku focení. Přístup k těmto informacím musí být zajištěn jak během závodu tak i po něm.

Na základě těchto požadavků byl vytvořen vlastní jednoduchý webový server, který na požadavek uživatele vygeneruje HTML webovou stránku s potřebnými informacemi. V našem případě s tabulkou, která obsahuje čas průjezdu závodníka cílovou čarou. Pro to, aby se informace o čase neztratily během provozu přístroje, a to může se stát z důvodu snížení napětí nebo přeplněním vnitřní paměti mikropočítače, byly uloženy na energeticky nezávislou paměť, k těmto účelům byla použita paměťová karta micro SD.

Pro řešení tohoto problému byl použit čip W5100 od společnosti WIZnet (Obr. 2.15).



Obr. 2.15: Čip W5100

W5100 je plně vybavený, jednočipový kontrolér z možností připojení k Internetu 10/100 v Ethernet síti. Řadič W5100, určený pro vestavěné aplikace, kde je vyžadována snadnost integrace, stabilita, výkon, úspora prostoru a kontrola nákladů, je navržen tak, aby usnadnil implementaci připojení k internetu bez operačního systému. W5100 je IEEE 802.3 10BASE-T a 802.3u 100BASE-TX kompatibilní.

Vzhledem k tomu, že druhý podsystém, který je odpovědný za funkce uložení informace a její zobrazení, je řízen pomocí platformy Arduino Uno, bylo rozhodnuto použít Arduino Ethernet Shield (Obr. 2.16).[21]

Arduino Ethernet Shield je založen právě na ethernet čipu Wiznet W5100. Wiznet W5100 poskytuje síť (IP) a podporuje přenos dat TCP a UDP. Také podporuje až čtyři současné připojení socketu.



Obr. 2.16: Arduino Ethernet Shield

Ethernet Shield má standardní RJ-45 připojení.

Na desce také se nachází slot pro micro-SD kartu, který lze použít pro ukládání informací nebo pro jejich vysílání.

Arduino komunikuje jak s W5100, tak s SD kartou pomocí sběrnice SPI (přes ICSP hlavičku). Jedná se o digitální piny 10, 11, 12 a 13 na desce. Pin 10 je používán pro výběr W5100 a pin 4 pro SD kartu. Tyto piny nelze použít pro obecný vstup nebo výstup (I / O).

## 2.1.8 Výběr zdroje napájení

Všechny součástky, zvolené v navrhnutém systému potřebují stálé a stabilní napětí. V tabulce 2.5 jsou uvedeny použité součástky a jejich spotřeba, dle informace z datasheetu.

Tab. 2.5: Spotřeba použité součástky

Název součástky	Použití	Žádané napájecí napětí	Doporučené napětí
ATmega328	Jednočipový mikropočítač	1.8V - 5.5V	5V
Atmega8U2	Programátor	1.8V - 5.5V	5V
LV-MaxSonar-EZ1	Ultrazvukový modul	2.5V - 5.5V	5V
DS1307	RTC	5V	5V
DS-C2004A2-YFSDYE-NAA	LCD MODULE	4.5V - 5.5V	5V
W5100	EthernetShield	3,3V	3,3V

Je vidět, že všechny součástky, kromě W5100 pracují z 5V napětím. Čip W5100 je napájen od 3,3V.

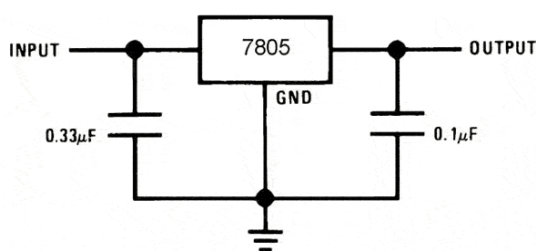
Nejcitlivější na změny napětí jsou jednočipové mikropočítače a ultrazvukový modul.

Druhá generace mikropočítačů AVR má lepší ochranu proti krátkodobým (brown-out) a celkovým (black-out) poklesům napětí. Kromě toho mají „low-pass” filtr na odstranění špičky a šumu, které by mohly způsobit reset mikrokontroléru. Také mají všechny AVR druhé generace vestavěný odpor, který spojuje RESET s napájením. Kalibrace nominálu vestavěného pull-up odporu probíhá v závodě firmy Atmel tak, aby se maximalizoval stabilní provoz čipu. Bez ohledu na to, že je mikroprocesor AVR dost odolný, potřebujeme provést další opatření ke stabilizaci jeho práce. Za tímto účelem byl použit pětivoltový stabilizátor napětí LM7805. Stabilizátor a jeho přiřazení pinů je znázorněno na obrázku 2.17. [22]



Obr. 2.17: Stabilizátor napětí LM7805

Pro stabilizaci napětí, je nutné připojit ještě dva kondenzátory, na základě údajů, uvedených v návodech. Schéma zapojení je uvedeno na obrázku 2.18.

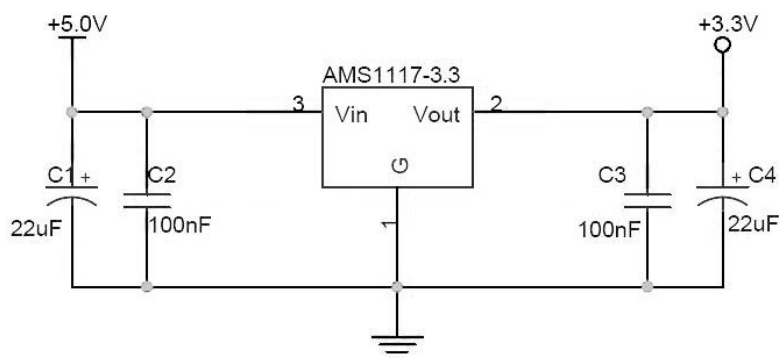


Obr. 2.18: Schéma zapojení stabilizátoru napětí LM7805

Maximální doporučené napětí, přiváděné na vstup stabilizátoru je 35V, na výstupu dostaneme 5V a proud až 1.5A. V daném přístroji byl pro napájení použit napájecí zdroj s napětím 12V a proudem 600mA. Celý systém spotřebuje přibližně 500mA proudu. K tomu byl zvolen vhodný napájecí zdroj.

Během provozu, při plném zatížení přístroje, bylo zjištěno, že se stabilizátor hodně zahřívá. Kvůli tomu bylo rozhodnuto připojit chladič pro zlepšení odvádění tepla.

Ethernet Shield má vestavěný stabilizátor AMS1117, který je zapojený podobným způsobem, jako stabilizátor LM7805 (Obr. 2.19).



Obr. 2.19: Schéma zapojení stabilizátoru napětí AMS1117

Pomocí tohoto stabilizátoru dostaneme 3,3V a bezpečně napájíme čip W5100.

Daný přístroj může být používán v podmínkách, kde mohou být z velkou pravděpodobností ztráty nebo proměnné napětí. Kvůli tomu, bylo rozhodnuto vybavit daný přístroj ještě náhradním napájecím zdrojem.

Toto bylo realizováno pomocí paralelního připojení více zdrojů napájení, bez vzájemného vlivu jednoho zdroje na druhý. Především je zařízení napájeno z hlavního zdroje s vyšším napětím.

Takovým zdrojem je napětí ze sítě. Jako záložní napájení byly použity baterie (akumulátor). Pro realizaci funkce automatického přepínání na záložní napájení, byla použita baterie s napětím záměrně menším, než je napětí hlavního zdroje napájení. V případě poškození nebo odpojení od hlavního napájecího zdroje, se napětí automaticky a bez porušení obvodu přepne ke zdroji s vyšším napětím.

Ve stejnosměrném napětí se obvykle používají polovodičové diody pro oddělení napájecích obvodů. Tyto diody brání vlivu jednoho napájecího zdroje na druhý. Zároveň tyto diody zbytečně spotřebují určitou část energie. Proto byly v obvodu záložního napájení použity diody s minimálním poklesem napětí při přechodu. Byly použity germaniové diody.

Standardní konektor pro připojení baterie je určen pro baterie typu 9V. Baterie slouží spíše jako stabilizátor, než jako kontinuální zdroj stejnosměrného napájení.

### 2.1.9 Izolace vodičů a uzemnění

V současné době pro identifikaci závodníka firma SportChallenge používá technologii RFID. Každý závodník dostává své vlastní unikátní číslo, které je uvedené na štítku a je namontované na kole. Uvnitř štítku se nachází pasivní RFID-tag s anténou (Obr 2.20). Používané tagy jsou typu UHF s provozní frekvencí 860-960 MHz.

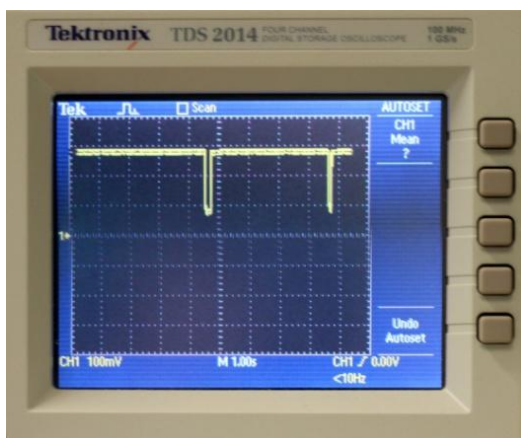


Obr. 2.20: RFID-tag Alien Squiggle a jeho umístění

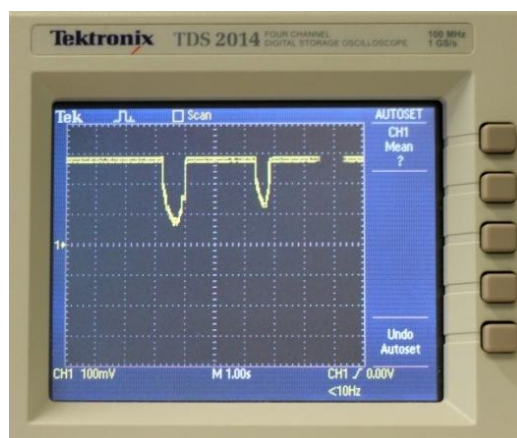
Pro čtení tagu se používá přístroj, zvaný READER. Systém pro čtení se skládá z antény, zesilovače a řadiče jednotky, která se připojuje k počítači. READER využívá provozní frekvence 902,75 MHz - 927,25 MHz. Pasivní tagy s pásmem 860-960 MHz přenášejí signál metodou modulací odraženého signálu nosné frekvence (angl. Backscattering Modulation - modulace se zpětným rozptylem). Anténa READERu vysílá nosný signál a přijímá odražený modulovaný signál z tagu.

Antény se nachází na obvodu brány, která je nainstalovaná na cílové čáře. Cyklisté, kteří projíždějí na kolech rámem, jsou v těsné blízkosti READERu, a tak se identifikují v systému. [4] [5]

Takže jsou ultrazvukové senzory během provozu v zóně RFID zařízení. Na fungování ultrazvukového snímače RFID zařízení nemá žádný vliv, ale má významný vliv na kabeláž, pomocí které jsou snímače připojené k hlavnímu zařízení. V laboratoři byl proveden experiment, který potvrzuje tuto teorii. Na obrázcích 2.21 a 2.22 jsou údaje z osciloskopu. To je signál z ultrazvukového senzoru bez ovlivnění RFID čtečky. V těch místech, kde signál rychle klesá, to znamená, že v dosahu senzoru je nějaký objekt. Čím níž signál klesne, tím bliž k senzoru se objekt nachází.



Obr. 2.21: Signál z ultrazvukového senzoru bez ovlivnění RFID (1)



Obr. 2.22: Signál z ultrazvukového senzoru bez ovlivnění RFID (2)

Na následujícím obrázku 2.23 jsou údaje z osciloskopu, při zapnuté RFID-čtečce a je vidět, že se objevily parazitní signály. Tyto signály vedou k falešným detekcím.



Obr. 2.23: Signál z ultrazvukového senzoru z ovlivnění RFID

Abychom se vyhnuli tomuto problému, byl použit stíněný kabel. Kabel byl uzemněn. Parazitní signály byly odstraněny.

## 2.2 Výroba desky plošných spojů

### 2.2.1 Příprava k výrobě desky plošných spojů

Pro výrobu desky plošných spojů bylo sestaveno schéma elektrického obvodu, které je znázorněno na obrázku 2.24. Po sestavení obvodu dle schématu byly provedeny zkoušky na nepájivém kontaktním poli. V této etapě byla objevena řada problémů, které bylo nutné vyřešit. Podle počtu prvků bylo možné přibližně odhadnout velikost budoucí desky. Také byl sestaven seznam všech potřebných součástek, který je uveden v tabulce 2.6.

Tab. 2.6: Seznam použitých součástek

Označení	Název / jmenovitá hodnota	Počet
U2	Mikroprocesor atmega328	1
X1	Oscilátor 16 mhz	1
C4,C5	Kondenzátor 27j	2
C1	Kondenzátor 10n	1
U1	Stabilizátor napětí 7805	1
C2,C3	Kondenzátor 100u	2
D1	Schottkyho dioda	1
Q1,Q2	Tranzistor	2
RV1	Potentiometer 10K	1
BATTERY	Držák baterie	1
R7	Rezistor 12K	1
R2,R3,R4	Rezistor 330K	3
R5,R6,R1	Rezistor 10K	3
J1,J2,J4,J5,J6,J7,J8,J9, J10,J11,J14,J16,J17	Konektor 2 pinový	13
J13	Konektor 3 pinový	1
J3,J12	Konektor 6 pinový	2
J15	Konektor 16 pinový	1

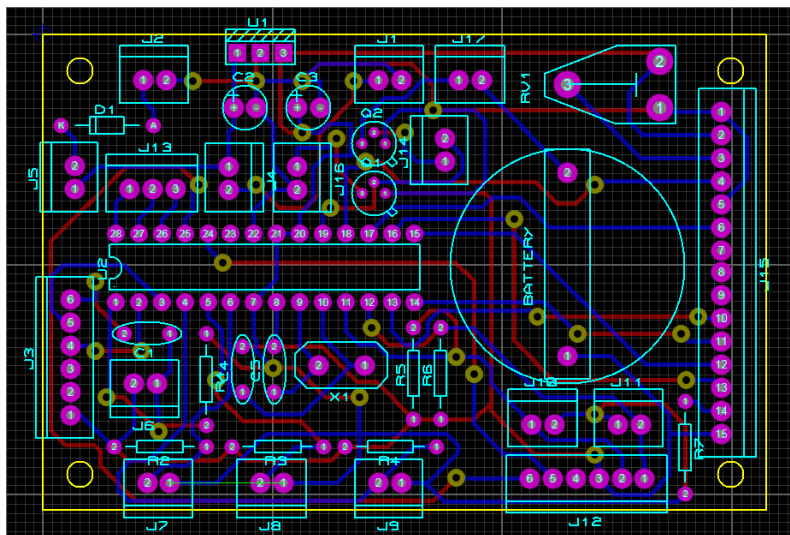
Obr. 2.24: Schéma elektrického obvodu

Na místo této stránky bude vloženo schéma elektrického obvodu formátu A3.



## 2.2.2 Deska plošných spojů

Na základě schématu jsme potřebovali vyrobit desku plošných spojů. Nejprve byly provedeny přípravné práce, pak byl vyroben rozvod vodičů. Kvůli malým rozměrům desky a velkému počtu součástek bylo rozhodnuto udělat dvoustrannou desku. Rozmístění součástek a rozvod vodičů je zobrazen na obrázku 2.25.



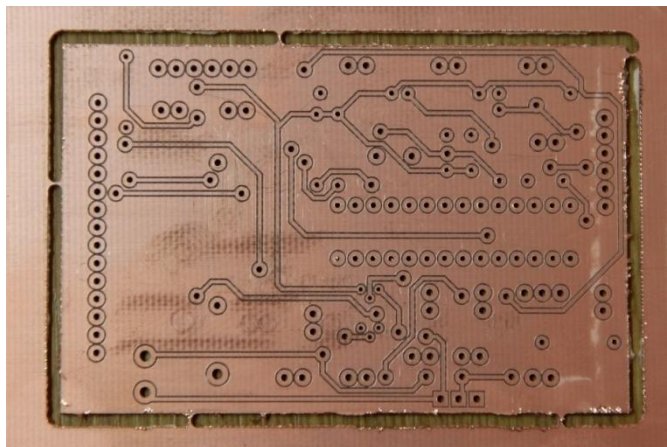
Obr. 2.25: Rozmístění součástek a rozvod vodičů na desce plošných spojů

červená čára - drážky ze spodní části desky ;

modrá čára - drážky na horní části desky.

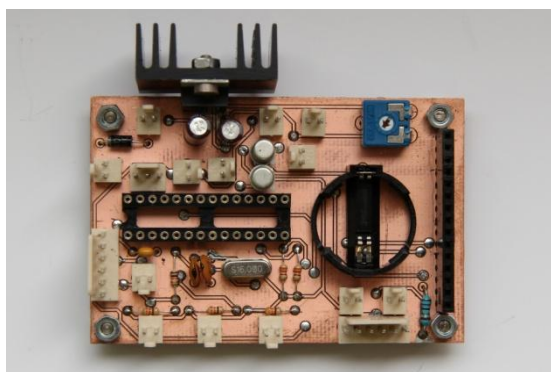
Deska byla vyráběna pomocí přístroje LPKF ProtoMat E33. Pro výrobu desky na tomto přístroji bylo nutné převést data do formátu GERBER. Tento formát předpokládá, že příkazy pro stroj jsou zapsány jako jednoduché textové příkazy.

Po vyrobení byla získána deska, která je znázorněna na obrázku 2.26. Dále následoval proces lakování, nýtování a pájení zvolených součástek.

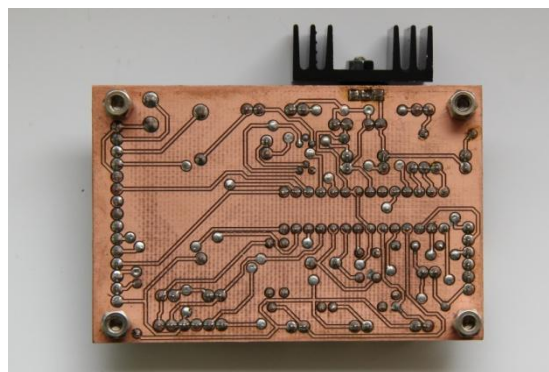


Obr. 2.26: Horní část vyrobené desky

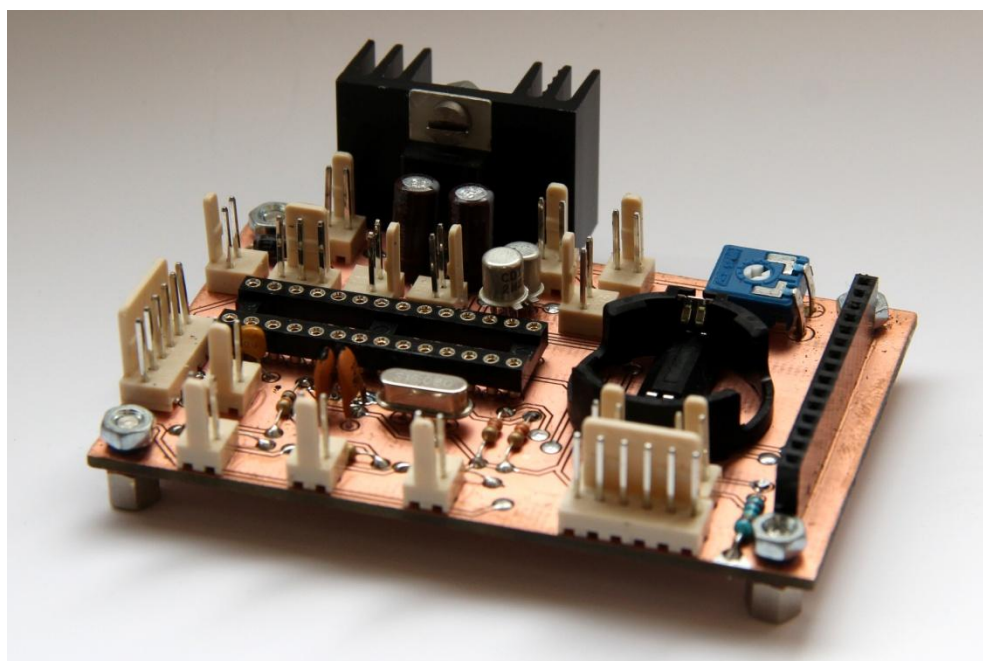
Osazená deska je představena na obrázcích 2.27-2.29:



Obr. 2.27: Horní část osazené desky



Obr. 2.28: Dolní část osazené desky



Obr. 2.29: Osazená deska

Na schématu je velké množství konektorů. Jejich účel je uveden v tabulce 2.7.

Tab. 2.7: Popis konektorů desky plošných spojů

Označení	Popis	Počet pinů
J1	vypínač napájení z baterie	2
J2	vypínač napájení se sítě	2
J3	programátor	6
J4	napájení z baterie	2
J5	napájení se sítě	2

J6	tlačítko reset	2
J7	vypínač ultrazvukového senzoru číslo 1	2
J8	vypínač ultrazvukového senzoru číslo 2	2
J9	manipulační tlačítko „doleva”	2
J10	manipulační tlačítko „OK”	2
J11	manipulační tlačítko „doprava”	2
J12	ultrazvukové senzory	6
J13	komunikace s druhým subsystémem	3
J14	vypínač zvuku	2
J15	displeje	16
J16	řízení fotoaparátem	2
J17	piezo reproduktor	2

## 2.3 Návrh konstrukce vestavené systémy

Veškerou elektroniku jsme musely samozřejmě schovat do krabice kompaktní velikosti. Podle rozměru všech potřebných modulů a komponentů byl sestaven 3D model budoucího systému. Podle tohoto modelu byla vyrobena plastová krabice a osazena potřebnými elementy (Obr. 2.30 - 2.32).



Obr. 2.30: 3D model budoucího přístroje (1)



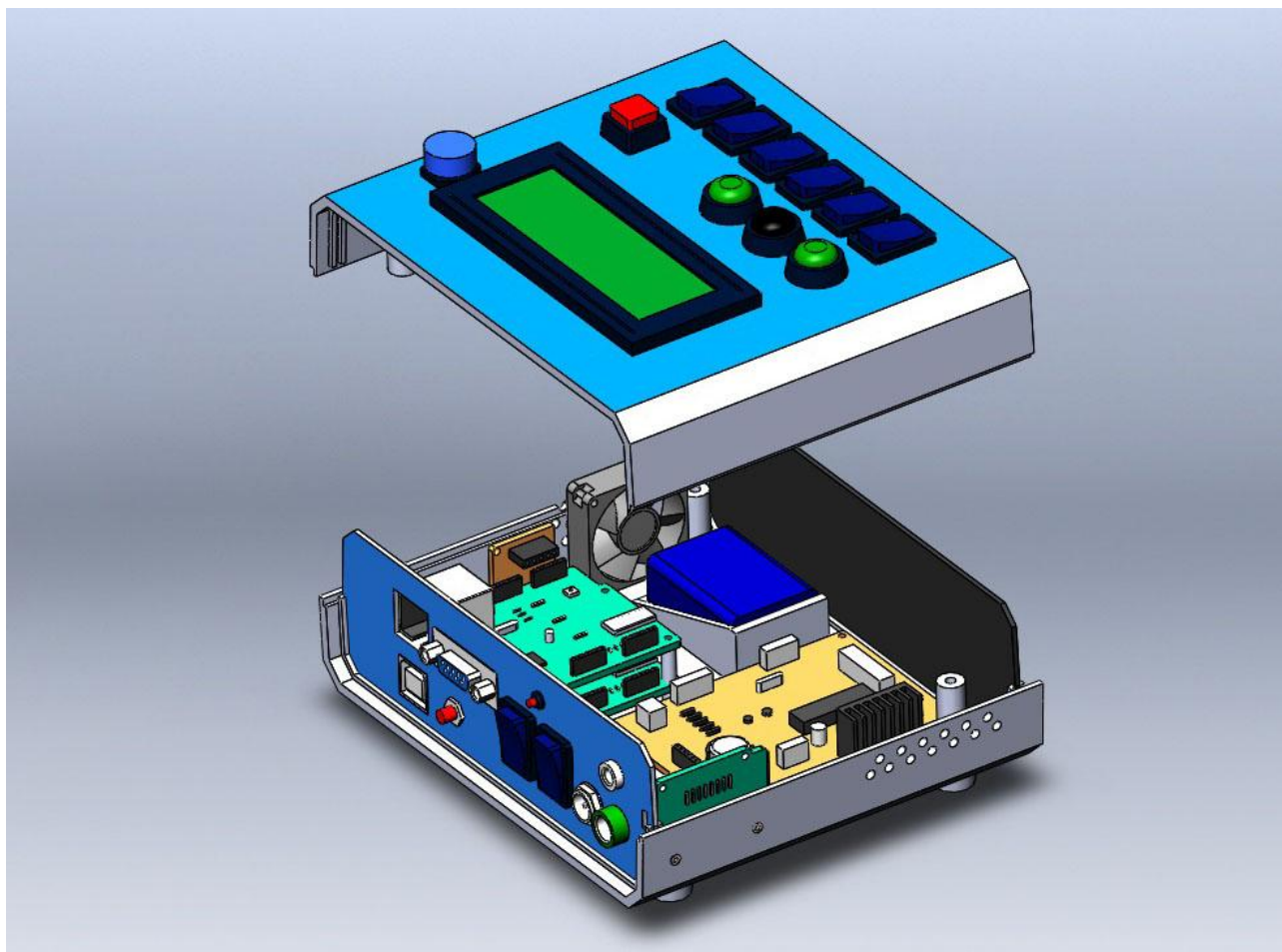
Obr. 2.31: 3D model budoucího přístroje (2)



Obr. 2.32: 3D model budoucího přístroje (3)

Během testování systému na nepájivém poli bylo experimentálně zjištěno, že stabilizátor napětí 7805 se hodně ohřívá. V důsledku přehřátí přestává libovolná elektronická součástka vykonávat svoji funkci. Odvod tepla je navíc ztížen uzavřením přístroje v plastové krabici. Proto byl stabilizátor napětí vybaven chladičovým systémem, který je řízen v závislosti na provozních podmínkách a okolní teplotě. 3D model vnitřku budoucího přístroje znázorněno na obrázku 2.33.

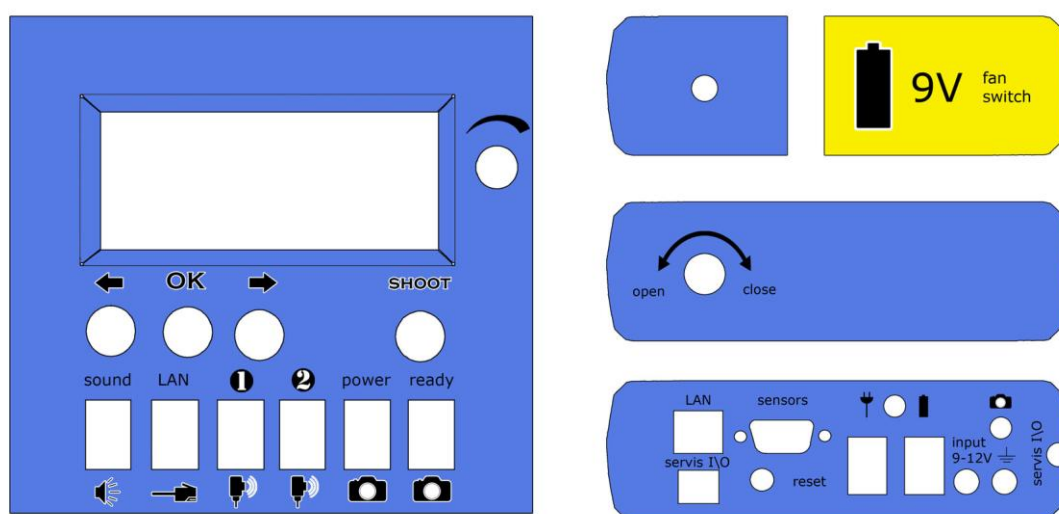




Obr. 2.33: 3D model budoucího přístroje. Vnitřek

Jak již bylo uvedeno v kapitole „2.1.8 Vyber zdroje napájení“, náš systém je vybaven baterií. Vyměnit ji je možné v přední části krabice. Tam je okénko pro tento účel a také spínač pro chladič.

Pro přehlednost byly vytištěny listy s notací pro přední, zadní a horní část krabice. Některé z nich jsou uvedeny na obrázku 2.34.



Obr. 2.34: Listy s notací pro nalepení na krabice

Hotový výrobek je zobrazen na obrázku 2.35 a 2.36. Pro ultrazvukový senzor taky bylo vyráběno pouzdro s kontrolkou v horní části (Obr. 2.37).



Obr. 2.35: Hotový výrobek (1)



Obr. 2.36: Hotový výrobek (2)



Obr. 2.37: Ultrazvukový senzor v pouzdře

### 3 Softwarová část řešení

Jádro softwarové části řešení je v programování mikroprocesoru vykonávat požadované funkce. Byl napsán program, který čte signál z ultrazvukového snímače a zobrazuje data v reálném čase. Pro zobrazení dat byl naprogramován LCD displej. Data se zobrazí v grafickém i textovém tvaru. Text se zobrazí v angličtině. Program je schopen řídit následující nastavení:

- nastavení zóny viditelnosti snímače;
- spustit \ zastavit režim logování dat;
- vymazat seznam nalogovaných dat.

Pokud vstupní signál ze snímače splňuje podmínky, které zadal uživatel, budou odeslány dva signály: signál pro fotoaparát, aby udělal snímek a signál pro subsystém zalogování dat. Všechna nastavení mohou být změněna během provozu systému, bez nutnosti přeprogramování čipu. Vzhledem k tomu, že systém byl rozdělen do dvou subsystémů, byly vytvořeny dva programy pro každý čip zvlášť ale s možností komunikace.

Pro nahrávání programu do mikrokontroléru, byl použit obyčejný USB Serial Light Adapter. (foto) Tato deska umožňuje připojení k mikrokontroléru ATmega328 a převádí připojení USB do sériových TX a RX, které umožní komunikovat čipu s počítačem. Daný programátor umožňuje programování velkého množství AVR mikrokontroléru i jakékoliv jiné mikrokontroléry, které podporují stejné rozhraní. Daný programátor také umožňuje přenos dat z mikrokontroléru do počítače jako normální sériový port RS232. To je velmi užitečné při testování programu.

### 3.1 Arduino

V našem systému byly použity dva čipy ATmega328. V prvním subsystému byl čip aktualizován pomocí „bootloaderu“, čímž byl připraven na práci společně s Arduino knihovnami. Pro druhý subsystém byla použita hotová deska Arduino Uno, která už obsahovala aktualizovaný čip ATmega328.

Pro vývoj programu pro mikrokontrolér bylo použito vývojové prostředí Arduino Compiler verze 1.0.5. Daný program je určený pro programování 8-bitových mikrokontrolérů AVR od firmy Atmel. [1]

### 3.2 Programování

Programovací jazyk pro zařízení Arduino je založený na jazyku C / C++. Důvodem pro jeho použití byla jednoduchost v použití a spolehlivost. Daný projekt je prototypem, a tak bylo nutné vybrat platformu, ve které lze snadno a rychle provádět změny, úpravy atd. Právě Arduino se vzhledem k okolnostem ukázalo jako nejpohodlnější způsob, jak použít a programovat mikrokontrolér. [1]

Prohlédněme si hlavní části programu:

Na začátku připojujeme knihovny pomocí operátora *#include Library*. Knihovny jsou jedna z největších výhod vývojového prostředí Arduino. Existuje jich spousta a skoro pro všechny typy zařízení. Tím se šetří čas při vývoji.

Počáteční instalace jsou uvedeny v těle funkce *setup(){}*. Pak se provádí cyklická funkce *loop(){}*. Tato funkce se opakuje, pokud je mikrokontrolér napájen do sítě.

Piny na začátku programu musí být inicializovány jako vstup nebo výstup.

```
pinMode(ControlPin1, INPUT);  
pinMode(ControlPin2, INPUT);  
pinMode(SharePortA3, OUTPUT);  
pinMode(SharePortA4, OUTPUT);  
pinMode(SharePortA5, OUTPUT);
```

Pro napájení digitálního výstupu používáme příkaz *digitalWrite(fotoPin, HIGH)*. Pomocí příkazu *digitalWrite(fotoPin, LOW)* se napájení na pinu zastaví. *HIGH* znamená 5V napětí, a *LOW* jeho nepřítomnost.



Pro kontrolu, zda je napětí na pinu, používáme příkaz *digitalRead(ControlPin1)*.

Tady je příklad programu pro blikání led-diody s intervalem 1 sekunda:

```
int led = 13;

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(led, LOW);
  delay(1000);
}
```

### 3.2.1 Zpracování analogového signálu

Senzor je připojený k analogovému vstupu A0 mikroprocesoru. Pomocí vestavěného analogově číslicového převodníku se vstupní signál převádí na číslicovou hodnotu v rozmezí 0 až 1023. Tento převod je realizován pomocí funkce:

```
analog_val1 = analogRead(analog_pin1);
analog_val2 = analogRead(analog_pin2);
```

Analogový napěťový výstup vysílá napětí úměrné vzdálenosti. Čím dál od senzoru se objekt nachází, tím vyšší napětí dostaneme na výstupu.

Před výpočtem rozsahu je důležité znát rozsah napětí. Napětí na výstupu senzoru je v rozmezí od 0V do 5V. Měřítka napětí můžeme zjistit pomocí vzorce 3.1, uvedeným v datasheetu LV-MaxSonar-EZ1:

$$V_i = \left( \frac{V_{cc}}{512} \right) \quad (3.1)$$

$V_{cc}$  – napájecí napětí (V);

$V_i$  – měřítka (voltů na palec).

V našem případě měřítka napětí se rovná:

$$V_i = \left( \frac{5.0V}{512} \right) = 0.009766V \text{ na palec} = 9.766mV \text{ na palec};$$

Pro měření stupňů napětí (výpočet rozsahu) použijeme vzorec 3.2:

$$R_i = \left( \frac{V_m}{V_i} \right); \quad (3.2)$$

$V_m$  – změřená hodnota napětí (V);

$V_i$  – je měřítko (voltů na palec);

$R_i$  – rozsah (v palcích).

Například máme-li na analogovém vstupu mikroprocesoru napětí o hodnotě 292.98mV. Vypočteme vzdálenost:

$$R_i = \left( \frac{292.98mV}{9.766mV} \right) = 30 \text{ palců.}$$

Pro kontrolu správnosti senzoru můžeme použít obrácený vzorec 3.3:

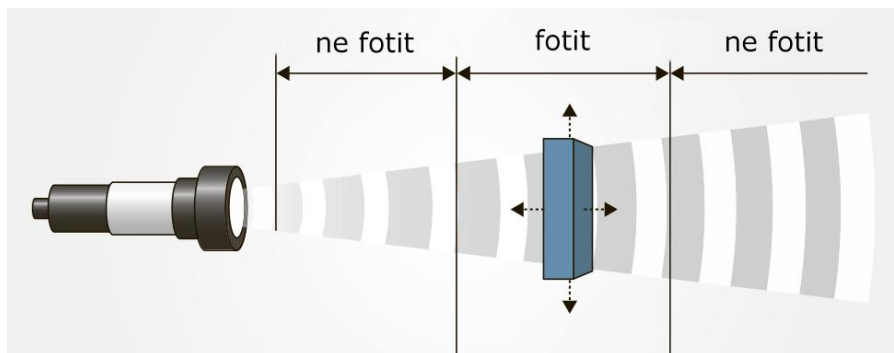
$$V_m = R_i \cdot V_i; \quad (3.3)$$

$$V_m = (30 \cdot 9.766) = 292.98 \text{ mV.}$$

### 3.2.2 Ovládání fotoaparátem

Jak už bylo řečeno v Teoretické části „1.2 Fotofixace” a v kapitole „Hardwarové řešení 2.1.4 Řízení fotopřístroje” pro fotofixace byl použit NPN tranzistor. On byl použit pro spojení dvou kontaktů. Jakmile se kontakty spojí - fotoaparát pořídí snímek.

Pro spojení dvou kontaktů musíme tranzistor zapojit na napětí. Tranzistor je připojený k mikrokontroléru na digitální pin číslo 13. Takže když je potřeba pořídít snímek, musí mít pin 13 na krátkou dobu napětí 5 voltů. Tranzistor bude pod napětím, pokud je splněna podmínka, že objekt detekce se nachází v oblasti, která je uvedena uživatelem (Obr. 3.1).



Obr. 3.1: Oblast detekce omezena uživatelem

Program je následující:

```
if ((analog_val_cm1 >= Sensor1_RangeBefore) && (analog_val_cm1 <= Sensor1_RangeAfter)) {  
    digitalWrite(fotoPin, HIGH);  
    digitalWrite(SharePortA3, HIGH);  
    delay(20);  
    digitalWrite(fotoPin, LOW);  
    digitalWrite(SharePortA3, LOW);  
}  
else {digitalWrite(fotoPin, LOW); }
```

Je zřejmé, že na fotoPin (což je pin číslo 13) je dodáno napětí 5V na 20 mc v tom případě, když je vstupní signál od ultrazvukového snímače (analog\_val\_cm1) v rozsahu více než minimální hranice (Sensor1\_RangeBefore) a méně než maximální hranice (Sensor1\_RangeAfter) definovaná uživatelem.

Daný program zpracovává signál z prvního ultrazvukového senzoru. Pro druhý senzor je program obdobný.

### 3.2.3 Displej

Pro programování displeje byla především připojena knihovna *LiquidCrystal.h* pomocí příkazu `#include <LiquidCrystal.h>`. Knihovna *LiquidCrystal* umožňuje práci s LCD displejem, kompatibilním s ovladačem Hitachi HD44780.

Na začátku práce s displejem potřebujeme provést jeho inicializaci. K tomu používáme funkci `lcd.begin()`. Pro inicializaci našeho displeje používáme příkaz: `lcd.begin(20, 4)`. Tato funkce je nutná pro zadání přesných rozměrů displeje (20 sloupců a 4 řádky).

Pro přesunutí kurzoru na požadovanou pozici využíváme příkaz `lcd.setCursor(sloupců,řádků)` a zobrazíme symbol nebo písmeno pomocí příkazu `lcd.print("Ahoj Pepa!")`. Na obrazovce lze zobrazit symboly z tabulky znaků: English-European. Můžeme vymazat obsah displeje pomocí příkazu `lcd.clear()`.

Knihovna *LiquidCrystal.h* obsahuje spoustu příkazů pro ovládání LED displeje. Jsou to běžící text, vypnutí obrazovky, změna směru písmen, blikající kurzor, atd., ale v našem případě se tyto příkazy nevyužívají.

Systém je rozdělen do několika pracovních stavů. Každý stav má svou vlastní vizualizaci. Na obrázcích jsou znázorněné některé z nich (Obr. 3.2).



Obr. 3.2: Vizualizace systému

### 3.2.4 Hodiny Reálného Času

DS1307 je vlastně velmi jednoduchý I2C čip. Na požadavek mikroprocesoru odesílá 7 bajtů informace, která reprezentuje čas. Takže potřebujeme řešit jen dvě úlohy: přenášet data a převést je do desítkové soustavy. DS1307 kóduje všechna data v „Binary Coded Decimal” nebo BCD. BCD je způsob kódování čísel. Číslo se rozděluje na skupiny po 4 číslicích, každá z těchto skupin reprezentuje číslo od 0 do 9. Například:

$$157 = 0001\ 0101\ 0111$$

$$1 = 0001$$

$$5 = 0101$$

$$7 = 0111$$

Pro dvojkovou soustavu  $157 = 10011101$ . Ale pro BCD se každá číslice kóduje zvlášť: 1, 5, 7 místo 157. Tedy 0001, 0101, 0111 místo 10011101.

Tím pádem víme, že mikrokontrolér bude přijímat data jako BCD. Teď potřebujeme nalézt způsob, jak převést BCD do desítkové soustavy. Provádíme tuto operaci pomocí funkce *bcdToDec()*. Obrácený převod z desítkové soustavy na BCD provádíme pomocí funkce *decToBcd()*.

```

byte decToBcd(byte val){
    return ( (val/10*16) + (val%10) );
}

byte bcdToDec(byte val) {
    return ( (val/16*10) + (val%16) );
}

```

Nastavit čas můžeme pomocí následujícího kódu:

```

Wire.beginTransmission(DS1307_ADDRESS);
Wire.write(zero);

Wire.write(decToBcd(second));
Wire.write(decToBcd(minute));
Wire.write(decToBcd(hour));
Wire.write(decToBcd(weekDay));
Wire.write(decToBcd(monthDay));
Wire.write(decToBcd(month));
Wire.write(decToBcd(year));

Wire.write(zero);

Wire.endTransmission();

```

Čtení času z paměti je realizováno pomocí následujícího kódu:

```

Wire.beginTransmission(DS1307_ADDRESS);
Wire.write(zero);
Wire.endTransmission();

Wire.requestFrom(DS1307_ADDRESS, 7);

int second = bcdToDec(Wire.read());
int minute = bcdToDec(Wire.read());
int hour = bcdToDec(Wire.read() & 0b111111);
int weekDay = bcdToDec(Wire.read());
int monthDay = bcdToDec(Wire.read());
int month = bcdToDec(Wire.read());
int year = bcdToDec(Wire.read());

```

kde second, minute, hour, weekDay, monthDay, month, year - proměnné typu byte. Informace, uložená v proměnných, odpovídá jejich názvu.

Hodiny pracují s maximální odchylkou 1 minuta za rok.

### 3.2.5 Zálohování dat

Pro programování zálohovacího systému s použitím miniSD paměťové karty byla připojena knihovna SD.h pomocí příkazu `#include <SD.h>`.

Na začátku práce s paměťovou kartou potřebujeme provést inicializaci. Pro inicializaci potřebujeme označit pin číslo 10 jak výstupní pin pro práci s SD kartou a zkontrolovat její přítomnost. K tomu používáme funkci:

```
pinMode(10, OUTPUT);
if (!SD.begin(4)) {
    // SD-error
    return;
}
```

Pro otevření souboru byla použita funkce: `SD.open("test.txt", FILE_WRITE);`

První parametr této funkce je „název souboru“ a druhý je „povolení“. Pomocí parametru „povolení“ můžeme povolit nebo zakázat provádění jakékoliv změny textového souboru.

Pro zapisování data na paměťovou kartu byla použita funkce `myFile.print()`. Například, pro zapisování informace o vlastním času závodníka používáme následující řadu příkazů:

```
myFile.print(hour);
myFile.print(":");
myFile.print(minute);
myFile.print(":");
myFile.print(second);
```

kde `hour`, `minute`, a `second` jsou proměnné, které obsahují informace o čase.

Po ukončení manipulace s kartou musíme ukončit seanci pomocí příkazu `myFile.close()`.

Pro načítání dat byl použit příkaz `myFile.read()`. Ale před použitím tohoto příkazu musíme ještě jednou otevřít soubor a pomocí cyklu `while (myFile.available())` přečíst informace uložené v souboru.

```
myFile = SD.open("test.txt");
if (myFile) {
    while (myFile.available()) {
        char stl = myFile.read();
    }
    myFile.close();
}
```

kde „*stl*” je proměnná, která během jednoho cyklu obsahuje jedno písmeno nebo symbol ze souboru. Během dalšího cyklu bude obsahovat další symbol. A tak dál až do konce dokumentu.

Pro smazání souboru stačí napsat *SD.remove("test.txt")*.

### 3.2.6 Webový server

Pro programování webového serveru byla připojena knihovna Ethernet.h pomocí příkazu *#include <Ethernet.h>*.

Na začátku práce je potřeba uvést fixovanou IP adresu a MAC adresu. IP adresa může být libovolná, ale jedinečná v rámci stejné sítě. MAC adresa je jedinečná adresa, která je určena výrobcem. Ta je napsána na zařízení. Zvolená IP adresa byla 192.168.0.13.

```
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0D, 0xD3, 0x73 };
IPAddress ip(192,168,0,13);
```

Dále pro inicializaci práce v síti a inicializaci režimu „server” používáme funkci *Ethernet.begin(mac, ip)* a *server.begin()*.

V tomto stavu server čeká na příchozí spojení od klienta. Ve chvíli, kdy klient odešle dotaz na server, tj. uživatel zadá ve svém prohlížeči (klientovi) IP adresu serveru, bude tento server generovat odpověď.

```
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
        if (client.available()) {
            char c = client.read();
            if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
                //// ODPOVED KLIENTOVI
            }
            break;
        }
        if (c == '\n') {
            currentLineIsBlank = true;
        }
        else if (c != '\r') {
            currentLineIsBlank = false;
        }
    }
}
delay(1);
client.stop();
}
```

Na místě poznámky „ODPOVĚD KLIENTOVI” byl dodán kód, který tvoří HTML webovou stránku. Podrobně je o ní napsáno v kapitole „3.2.7 HTML webová stránka”.

### 3.2.7 HTML webová stránka.

Způsob poskytování informace je představen ve tvaru webové stránky a je kompatibilní se systémem, který je již provozován organizátory.

Webový server vytvoří webovou stránku řádek po řádku pomocí příkazu *client.println()*. Například pro vytvoření hlavičky HTML webové stránky potřebujeme zadat následující příkazy:

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/html
<HEAD>
<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"2\">
<TITLE /> UltraSonic Sensor </title>
</head>
```

Aby tento kód vytvořil web server byl použit příkaz *client.println()* :

```
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("<HEAD>");
client.println("<meta http-equiv=\"refresh\" content=\"2\">");
client.println("<TITLE /> UltraSonic Sensor </title>");
client.println("</head>");
client.println();
```

Server generuje webovou stránku s ohledem na data uložená na mini SD kartě. Data v *LOG.txt* souborů uložená tímto způsobem:

```
10:41:42#
10:41:47#
10:41:54#
10:41:58#
10:42:6
10:42:7
10:42:8#
10:42:12#
10:42:19#
10:42:39#
```

Ke čtení dat a jejich prezentaci ve formě HTML webové stránky byl napsán mini-kompilátor, který čte znak po znaku z paměťové karty a vytváří tabulku. Tabulka vytvořená pomocí standardních HTML tágu[9]:



```

<table>
  <tr>
    <th>hlavička1 </th>
    <th>hlavička2 </th>
  </tr>
  <tr> <!--začátek řádku-->
    <td>sloupec 1 řádek 1</td> <!--nová buňka-->
    <td>sloupec 2 řádek 1</td> <!--nová buňka-->
  </tr> <!--ukončení řádku řádku-->
  <tr>
    <td>sloupec 1 řádek 2</td>
    <td>sloupec 2 řádek 2</td>
  </tr>
</table>

```

Program pro web-server:

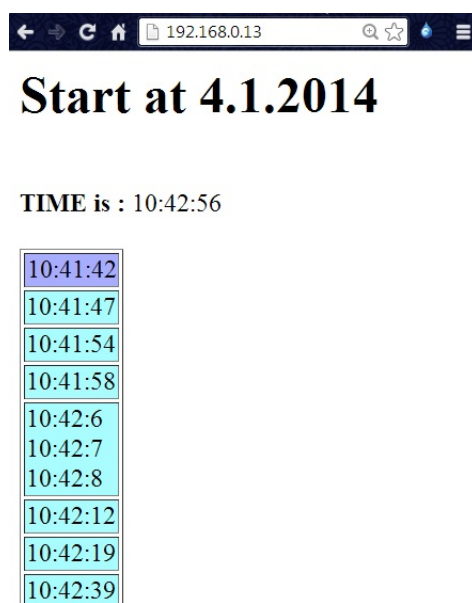
```

client.print("<table border=\"1\" align=\"left\"> <tr align=\"center\"><td bgcolor=\"\#a9adff\">");
myFile = SD.open("test.txt");
if (myFile) {
  while (myFile.available()) {
    char stl = myFile.read();
    if (stl == '$') { client.println("<br>");
      } else if (stl == '#') { client.print("</tr></td><tr><td bgcolor=\"\#a9fdff\">");
      } else {
        client.print(stl);
      }
    }
  }
myFile.close();

client.print("</td> </tr> </table> ");
} else {
  client.print("error opening test.txt in read");
}

```

V prohlížeči „tabulka dat klienta” se zobrazí takto (Obr. 3.3):

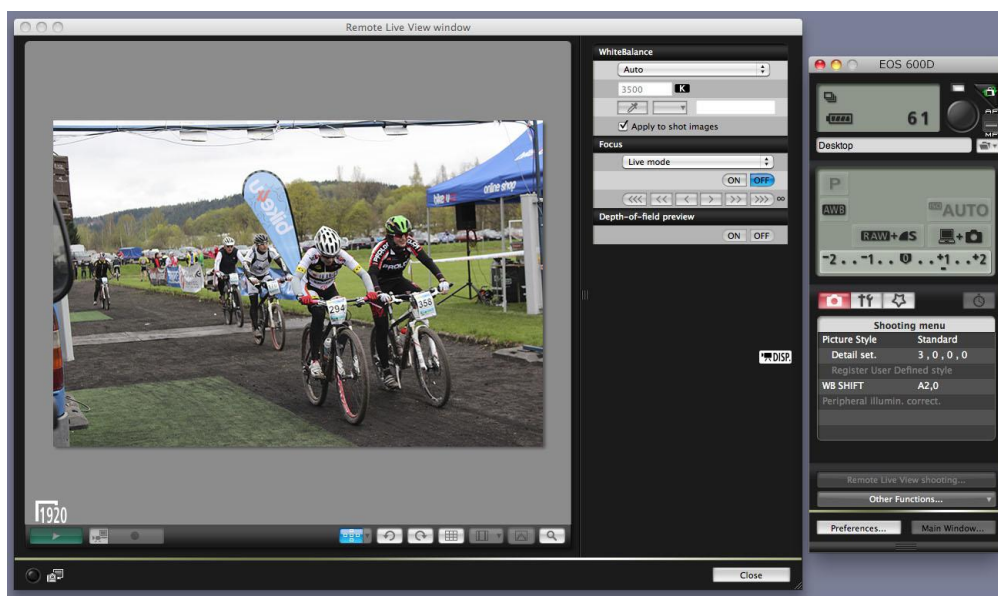


Obr. 3.3: Tabulka naměřených dat

### 3.2.8 Program pro záložní server

Pro záložní server byl použit originální program od společnosti Canon: *Canon EOS Utility*. Program umožňuje úplnou kontrolu nad fotoaparátem. Všechna potřebná nastavení lze provádět dálkově. Všechny snímky, které jsou vyrobené s připojeným fotoaparátem, se uloží v prostoru zadaném uživatelem.

Rozhraní programu je zachyceno na obrázku 3.4:



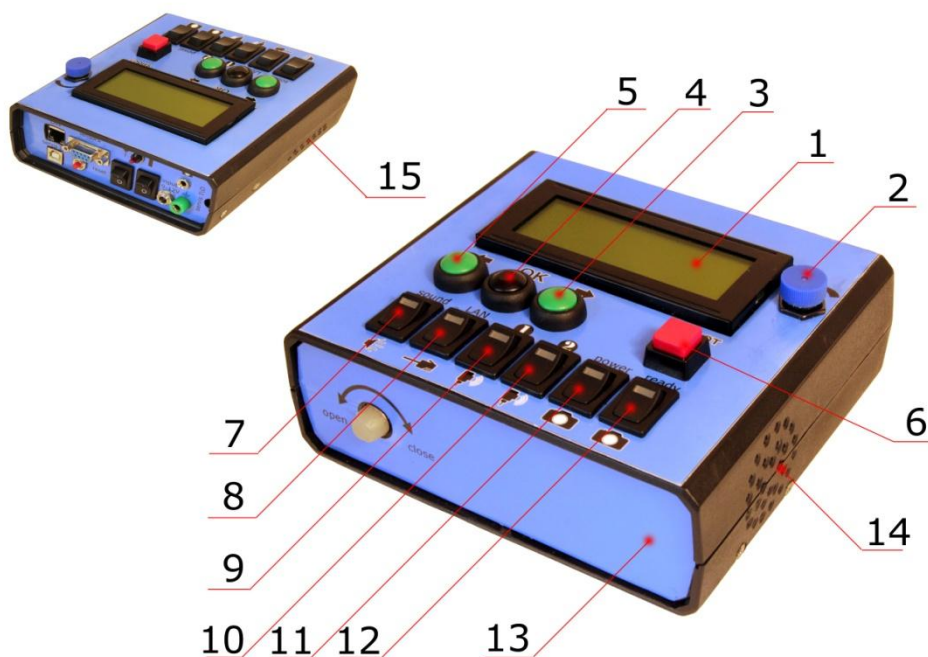
Obr. 3.4: Rozhraní programu *Canon EOS Utility*

## 4 Popis přístroje a návod k obsluze

Následující kapitola obsahuje úplný popis zhotoveného prototypu včetně orientace v menu a návod k zapojení přístroje, jeho spuštění a ovládání.

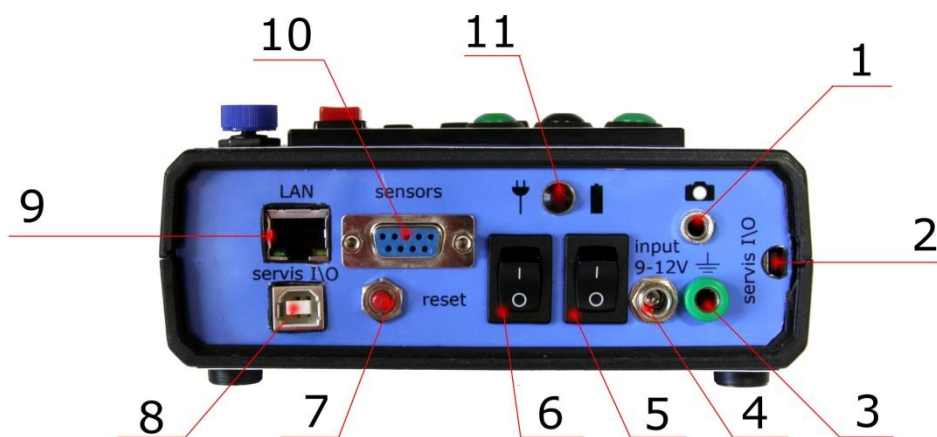
### 4.1 Popis porty a ovládací prvky

Na obrázcích 4.1 a 4.2 je uvedena vnější podoba vyrobeného přístroje.



Obr 4.1: Vnější podoba vyrobeného přístroje

- 1 - displej
- 2 - potenciometr pro změnu kontrastu displeje
- 3 - manipulační tlačítko „doprava“
- 4 - manipulační tlačítko „OK“
- 5 - manipulační tlačítko „doleva“
- 6 - tlačítko pro zhotovení snímku
- 7 - dvoupolohový spínač-vypínač zvuku s indikátorem
- 8 - dvoupolohový spínač-vypínač zálohovacího systému a web-serveru s indikátorem
- 9 - dvoupolohový spínač-vypínač ultrazvukového senzoru číslo 1 s indikátorem
- 10 - dvoupolohový spínač-vypínač ultrazvukového senzoru číslo 2 s indikátorem
- 11 - dvoupolohový spínač-vypínač systému řízení fotoaparát s indikátorem
- 12 - dvoupolohový spínač-vypínač zaostření fotoaparátu s indikátorem
- 13 - ochranný přední kryt
- 14 - větrací otvory (vyfukování vzduchu)
- 15 - větrací otvory (nasávání vzduchu)



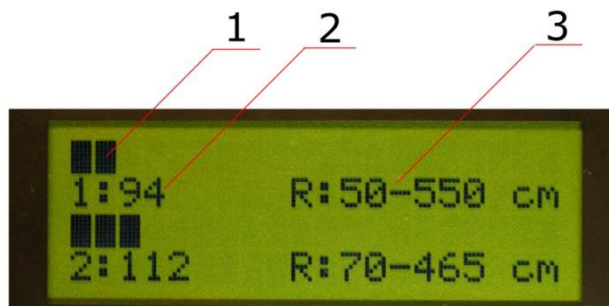
Obr. 4.2: Vnější podoba vyrobeného přístroje. Zadní část

- 1 - TRS 3,5 mm konektor
- 2 - programátor prvního subsystému
- 3 - uzemnění
- 4 - vstup pro napájení
- 5 - dvoupolohový spínač-vypínač napájení z baterie
- 6 - dvoupolohový spínač-vypínač napájení se sítě
- 7 - resetování
- 8 - programátor druhého subsystému
- 9 - RJ45 Ethernet jack pro napájení do sítě
- 10 - napájení senzoru
- 11 - kontrolka připojení na napětí

## 4.2 Navigace v menu

System je rozdělen do několika pracovních stavů. Každý stav má svou vlastní vizualizaci. Pro navigace se používají tlačítka 3,4,5.

Hlavní menu obsahuje (Obr. 4.3):



Obr. 4.3: Hlavní menu

- 1 - grafická představa aktuálně detekované vzdálenosti;
- 2 - aktuální detekovaná vzdálenost;
- 3 - rozsah vzdáleností pro detekce.

Pokud je senzor 1 nebo 2 zapnutý, tak po stisknutí tlačítka 4 („OK”) dostaneme na menu nastavení senzoru 1 (Obr. 4.4). Pokud ne, dostaneme se hned na další nastavení (Obr. 4.5).



Obr. 4.4: Menu nastavení senzoru 1



Obr. 4.5: Menu nastavení zálohovacího systému

- 1- vymazat zalogovaná data;
- 2- nastartovat/zastavit zalogovací systém.

### 4.3 Výměna baterií a přístup do miniSD paměťové karty

Pro výměnu baterie a miniSD paměťové karty je potřeba sundat ochranný přední kryt a otevřít okénko (Obr. 4.6).



Obr. 4.6: Krabice bez ochranného předního krytu

### 4.4 Posloupnost činností při použití zařízení

Krátký popis posloupnosti činnosti při použití zařízení vypadá tak:

1. Za prvé musíme zapnout spínače 9 a 10, které budeme potřebovat během provozu.
2. Pak nastavit oblast detekce zapnutých senzorů.
3. Dále vymazat předchozí nalogovaná data.
4. Nastartovat systém zalogování dat.
5. Pak je nutné se vrátit do původního menu a zapnut spínač pro ovládání fotoaparátu.
6. Po zaostření je systém připravený k použití.
7. Během provozu je možné se kdykoliv připojit do Wi-Fi sítě „ZAVOD”, přejít na adresu 192.168.0.13 a podívat se na tabulku průjezdů.

# ZÁVĚR

Zadáním této diplomové práce bylo vytvoření záložního systému pro záznam průjezdů cyklistů cílovou čarou pomocí fotografického přístroje. Zadání vycházelo z potřeby firmy „SportChallenge“, která se zabývá časomírou závodů horských kol.

Vývoji systému předcházela analýza možných způsobů detekce a bylo vybráno optimální řešení na základě testování a teoretických znalostí. Byly zohledněny parametry jako vliv elektromagnetického záření (RFID), technologická a ekonomická dostupnost, rychlost, datová náročnost. Na základě testování byl vybrán ultrazvukový senzor LV-MaxSonar-EZ1 s analogovým výstupem. Výběr snímače je podrobně popsán v kapitole 1.1.

Proces výroby prototypového systému je v práci rozdělen na 2 části: hardwarovou část a softwarovou část.

V hardwarové části je popsána realizace zpracování analogového signálu z ultrazvukového senzoru, ovládání fotoaparátu, kontrola hodin reálného času, systém zálohování dat, web server, který generuje webový výstup z informace o časech pořízení jednotlivých záznamů. Systém umožňuje měnit nastavení parametrů a režimů fungování systému. Ovládání je umožněno tlačítky, dvoupolohovými spínači a LCD displejem. Pro zpracování všech datových vstupů byly použity mikrokontroléry ATmega328. Veškerá elektronika byla schována do pouzdra kompaktní velikosti. Hardwarová část je podrobně popsána v kapitole číslo 2.

Jádro softwarové části řešení je v programování mikroprocesoru, který vykonává požadované funkce zejména čtení signálu z ultrazvukového snímače, zpracování a zobrazení dat v reálném čase. Pro zobrazení dat byl naprogramován výstup na LCD displeji.

Program je schopen řídit nastavení systému zálohování dat a nastavení zóny viditelnosti snímače. Součástí softwarového řešení také byla tvorba HTML webové stránky pro zobrazení získaných dat v porovnání s výstupem RFID časomíry. Softwarová část je podrobně popsána v kapitole číslo 3.

Prototyp představeného systém byl úspěšně vyzkoušen a je plně v souladu s podmínkami zadavatele.

# POUŽITÁ LITERATURA

- [1] SOMMER, U.: *Arduino. Mikrocontroller-Programmierung mit Arduino, Freeduino*. Franzis Verlag, 2010.
- [2] GILMORE, J. W.: *Velká kniha PHP & MYSQL 5*. Zoner Press, Brno, 2005.
- [3] *ARDUINO Getting Started and Learning*  
URL: <<http://arduino.cc/>> [cit. 17.06.2013].
- [4] *ALR-9900 Hardware Setup Guide*. Alien Technology, September 2008.
- [5] *Reader Interface Guide All Fixed Readers*. Alien Technology, September 2008.
- [6] SOBEL, M., G.: *Mistrovství v Linuxu Příkazový řádek, shell, programování*. Brno: Computer Press, 2007.
- [7] BOLDYŠ, P. *Bibliografické citace dokumentů podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2: Část 2 - Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů. Verze 3.0 (2004), poslední aktualizace 11.11.2004*. URL: <<http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>> [cit. 19.04.2003].
- [8] SPAINHOUR, S., ECKSTEIN, R.: *Webmaster v kostce. Pohotová referenční příručka*. Computer Press, Praha 1999, ISBN 80-7226-450-8.
- [9] *HTML & CSS*  
URL: <<http://www.w3.org/>> [cit. 19.08.2013].
- [10] Catsoulis J.: *Designing Embedded Hardware*. O'Reilly. May 2005. ISBN 0-596-00755-8.
- [11] *HLDPM10-650-1 Data Sheet*. HUEY JANN ELECTRONIC. 2012.
- [12] *GL5528 Data Sheet*. CdS PHOTOCONDUCTIVE CELLS. 2000.
- [13] *Manual BUS Ultrasonic Sensors*. Balluff GmbH. 2013.
- [14] *LV-MaxSonar®-EZI™ Data Sheet - High Performance Sonar Range Finder*. MaxBotix. 2010.
- [15] *ABC Fotografické kurzy*. Manual. Praha. 2013.
- [16] *S12SPIV3 Data Sheet*.  
URL: <<http://www.datasheetarchive.com/S12SPIV3-datasheet.html>> [cit. 23.11.2013].
- [17] Matoušek, D.: *Práce s mikrokontroléry ATMEL AT89C2051*. 1.díl. BEN - technická literatura. 2002.



- [18] *ATmega328 Data Sheet. Microcontroller.* ATMEL. 2009.
- [19] *DS-C2004A2-YFSDYE-NAA Data Sheet.* LCD Module. DiStar, 2012.
- [20] *DS1307 Data Sheet.* Serial Real-Time Clock. Dallas Semiconductor, 2008.
- [21] *W5100 Data Sheet.* WIZnet, 2012.
- [22] *LM7805 series Data Sheet. Positive Voltage Regulators.* ST, 2004.
- [23] *PIR motion sensors.*  
URL: <<http://www.ladyada.net/learn/sensors/pir.html>> [cit. 12.12.2013].
- [24] *Camera remote release pinout list .*  
URL: <[http://doc-diy.net/photo/remote\\_pinout/](http://doc-diy.net/photo/remote_pinout/)> [cit. 15.12.2013].
- [25] *Немного о транзисторах.*  
URL: <<http://cxem.net/beginner/beginner101.php>> [cit. 23.11.2013].
- [26] Tišnovský, P.: *Externí sériové sběrnice SPI a I<sup>2</sup>C.*  
URL: <<http://www.root.cz/clanky/externi-seriove-sbernice-spi-a-i2c/>> [cit.10.08.2013].

# SEZNAM PŘÍLOH

- A. Zdrojový kód programu pro mikrokontrolér subsystému č.1 (pouze CD).
- B. Zdrojový kód programu pro mikrokontrolér subsystému č.2 (pouze CD).
- C. Fotografie přístroje (pouze CD).